

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-119583

(P2004-119583A)

(43) 公開日 平成16年4月15日(2004.4.15)

(51) Int. Cl.⁷

H01S 5/022
H01L 31/0232
H01L 33/00
H05B 33/02
H05B 33/10

F1

H01S 5/022
H01L 33/00 M
H05B 33/02
H05B 33/10
H05B 33/14 A

テーマコード(参考)

3K007
5F041
5F073
5F088

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-279068 (P2002-279068)
(22) 出願日 平成14年9月25日(2002.9.25)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100090479
弁理士 井上 一
(74) 代理人 100090387
弁理士 布施 行夫
(74) 代理人 100090398
弁理士 大淵 美千栄
(72) 発明者 鬼頭 聡
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(72) 発明者 金子 剛
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
最終頁に続く

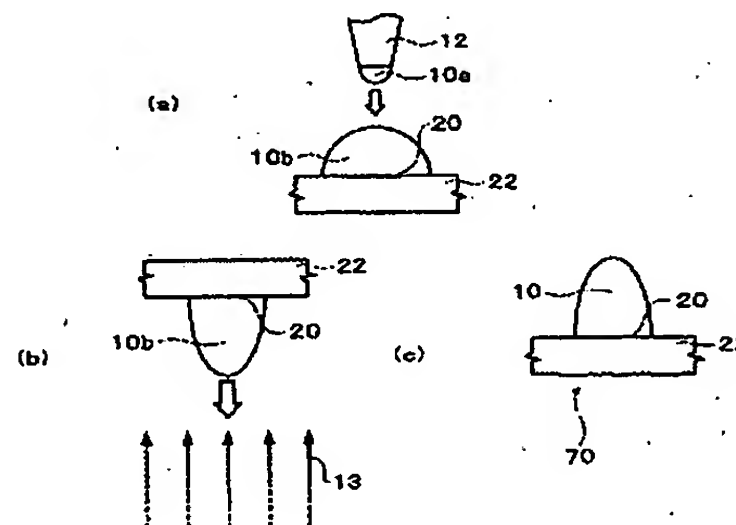
(54) 【発明の名称】 光学素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 レンズの形状を適切に制御可能な光学素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の光学素子の製造方法は、出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、前記出射面または入射面に向けて液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上にレンズ前駆体を形成し、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む。

【選択図】 図1



BEST AVAILABLE COPY

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、
前記出射面または入射面に向けて液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上にレンズ前駆体を形成し、
前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む、光学素子の製造方法。

【請求項2】

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、
前記出射面または入射面に向けて液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上にレンズ前駆体を形成し、
前記出射面または入射面をほぼ鉛直上向きにした状態で前記レンズ前駆体を所定時間硬化させた後、該出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で該レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む、光学素子の製造方法。

【請求項3】

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、
前記出射面または入射面に向けて第1の液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上に第1レンズ前駆体を形成し、
前記第1の液滴に向けて、該第1の液滴より粘度が高い第2の液滴を吐出することにより、前記第1レンズ前駆体の上に第2レンズ前駆体を形成し、
前記第1および第2レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む、光学素子の製造方法。

【請求項4】

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、
前記出射面または入射面に向けて第1の液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上に第1レンズ前駆体を形成し、
前記第1の液滴に向けて、該第1の液滴より粘度が低い第2の液滴を吐出することにより、前記第1レンズ前駆体の上に第2レンズ前駆体を形成し、
前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記第1および第2レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む、光学素子の製造方法。

【請求項5】

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、
前記出射面または入射面に向けて第1の液滴を吐出した後硬化させることにより、前記出射面または入射面の上にレンズの一部を形成し、
前記レンズの一部に向けて第2の液滴を吐出した後硬化させることにより、前記出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む、光学素子の製造方法。

【請求項6】

請求項5において、
前記第1の液滴を、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で硬化させる、光学素子の製造方法。

【請求項7】

請求項5または6において、
前記第2の液滴を、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で硬化させる、光学素子の製造方法。

【請求項8】

請求項1または2において、
前記液滴の吐出は、インクジェット法またはディスペンサ法によって行なう、光学素子の

(3)

製造方法。

【請求項 9】

請求項 3 ないし 7 のいずれかにおいて、

前記第 1 および第 2 の液滴の吐出は、インクジェット法またはディスペンサ法によって行なう、光学素子の製造方法

。

【請求項 10】

請求項 1 または 2 において、

前記液滴は、エネルギーを付与することにより硬化可能な材料からなる、光学素子の製造方法。

【請求項 11】

請求項 3 ないし 7 のいずれかにおいて、

前記第 1 および第 2 の液滴は、エネルギーを付与することにより硬化可能な材料からなる、光学素子の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれかにおいて、

前記レンズは、紫外線硬化型樹脂からなる、光学素子の製造方法。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 12 のいずれかにおいて、

前記光学素子は、面発光型発光素子である、光学素子の製造方法。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記面発光型発光素子は、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、および有機 EL 装置のいずれかである、光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レンズの形状を適切に制御可能な光学素子の製造方法に関する。

【0002】

【背景技術】

入射光または出射光の結合効率を向上することを目的として、発光素子の出射面または受光素子の入射面の上にレンズが形成されることがある。この場合、入射光または出射光に所望の光学特性をもたせるためには、前記レンズの形状を厳密に制御することが重要である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、レンズの形状を適切に制御可能な光学素子の製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

1. 本発明の第 1 の光学素子の製造方法

本発明の第 1 の光学素子の製造方法は、

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、

前記出射面または入射面に向けて液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上にレンズ前駆体を形成し、

前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む。

【0005】

本願において、「鉛直下向き」とは、重力の向きとほぼ同じ向きをいう。また、「鉛直上向き」とは、重力の向きとほぼ反対の向きをいう。

【0006】

(4)

また、本願において、「出射面または入射面」とは、前記光学素子が出射面から光を放出する光学素子である場合「出射面」であり、前記光学素子が入射面から光を取り込む場合「入射面」である。具体的には、本発明の光学素子が発光素子である場合、「出射面または入射面」とは「出射面」であり、本発明の光学素子が受光素子である場合、「出射面または入射面」とは「入射面」である。

【0007】

本発明の第1の光学素子の製造方法によれば、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化する。これにより、レンズの曲率および高さを大きくするための表面処理等を必要とすることなく、レンズの曲率および高さを簡易な方法にて大きくすることができる。

【0008】

また、前記出射面または入射面の上に前記レンズを直接形成することにより、前記出射面または入射面と、前記レンズとのアライメントを容易に行なうことができる。これにより、生産性の向上を図ることができる。

2. 第2の光学素子の製造方法

本発明の第2の光学素子の製造方法は、

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、

前記出射面または入射面に向けて液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上にレンズ前駆体を形成し、

前記出射面または入射面をほぼ鉛直上向きにした状態で前記レンズ前駆体を所定時間硬化させた後、該出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で該レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む。

【0009】

本発明の第2の光学素子の製造方法によれば、前述した第1の光学素子の製造方法と同様の作用および効果を奏することができる。さらに、本発明の第2の光学素子の製造方法によれば、前記出射面または入射面をほぼ鉛直上向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化させる時間と、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化させる時間とを調整することによって、前記レンズ前駆体の形状を調整することができる。

【0010】

また、例えば、前記レンズ前駆体の粘度が低いため、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにすると、前記出射面または入射面上に前記レンズ前駆体を保持できない場合、はじめに、前記出射面または入射面をほぼ鉛直上向きにした状態で所定時間前記レンズ前駆体を硬化させて、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにしたときに、前記出射面または入射面の上に前記レンズ前駆体が保持できる程度まで前記レンズ前駆体の粘度を高めた後、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記レンズ前駆体を硬化させることにより、前記レンズを形成することができる。以上により、前記レンズ前駆体の粘度が低い場合であっても、所望の形状を有する前記レンズを形成することができる。

3. 第3の光学素子の製造方法

本発明の第3の光学素子の製造方法は、

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、

前記出射面または入射面に向けて第1の液滴を吐出することにより、該出射面または入射面の上に第1レンズ前駆体を形成し、

前記第1の液滴に向けて、該第1の液滴より粘度が高い第2の液滴を吐出することにより、前記第1レンズ前駆体の上に第2レンズ前駆体を形成し、

前記第1および第2レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面の上にレンズを形成すること、を含む。

【0011】

本発明の第3の光学素子の製造方法によれば、前記第1の液滴に向けて、該第1の液滴より粘度が高い第2の液滴を吐出することにより、該第1レンズ前駆体の上に前記第2レン

(5)

ズ前駆体を形成した後硬化させることにより、曲率および高さが大きいレンズが前記出射面または出射面上に形成された光学素子を形成することができる。

4. 第4の光学素子の製造方法

本発明の第4の光学素子の製造方法は、

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、

前記出射面または入射面に向けて第1の液滴を吐出することにより、該出射面または入射面上に第1レンズ前駆体を形成し、

前記第1の液滴に向けて、該第1の液滴より粘度が低い第2の液滴を吐出することにより、前記第1レンズ前駆体の上に第2レンズ前駆体を形成し、

前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で前記第1および第2レンズ前駆体を硬化させることにより、該出射面または入射面上にレンズを形成すること、を含む。

【0012】

本発明の第4の光学素子の製造方法によれば、前記第1の液滴に向けて、該第1の液滴より粘度が低い第2の液滴を吐出することにより、第1レンズ前駆体の上に第2レンズ前駆体を形成した後、該第1および第2レンズ前駆体を硬化させる。この場合において、前記第2レンズ前駆体は前記第1レンズ前駆体よりも粘度が小さいため、該第2レンズ前駆体は該第1レンズ前駆体よりも下向きに延びる。これにより、最終的に得られるレンズの曲率および高さを大きくすることができる。

5. 第5の光学素子の製造方法

本発明の第5の光学素子の製造方法は、

出射面から光を放出し、あるいは入射面から光を取り込む光学素子の製造方法であって、

前記出射面または入射面に向けて第1の液滴を吐出した後硬化させることにより、前記出射面または入射面上にレンズの一部を形成し、

前記レンズの一部に向けて第2の液滴を吐出した後硬化させることにより、前記出射面または入射面上にレンズを形成すること、を含む。

【0013】

本発明の第5の光学素子の製造方法によれば、前記第1レンズ前駆体を硬化させた後に前記第2レンズ前駆体を硬化させる。これにより、前記第1レンズ前駆体の粘度が低い場合であっても、前記第1レンズ前駆体を確実に硬化させることができる。

【0014】

この場合、前記第1の液滴および/または前記第2の液滴を、前記出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態で硬化させることができる。これにより、曲率および高さが大きいレンズを得ることができる。

【0015】

前記第1～第5の光学素子の製造方法は、以下の態様(1)～(4)をとることができる。

【0016】

(1) 前記液滴(前記第1および第2の液滴を含む)の吐出は、インクジェット法またはディスペンサ法によって行なうことができる。

【0017】

(2) 前記液滴(前記第1および第2の液滴を含む)は、エネルギーを付与することにより硬化可能な材料からなることができる。これにより、形状が制御されたレンズを得ることができる。

【0018】

(3) 前記レンズは、紫外線硬化型樹脂からなることができる。紫外線硬化型樹脂は、短時間の紫外線照射によって硬化する。このため、熱工程など素子に対するダメージを与えやすい工程を経ずに硬化させることができる。したがって、前記レンズを形成するために紫外線硬化型樹脂を用いる場合、素子へ与える影響を少なくすることができる。また、紫外線硬化型樹脂は一般に、光の透過率が高いものが多い。このため、光の損失が少ないことから、長い光路長が有するレンズを形成する場合に特に有効である。

(6)

【0019】

(4) 前記光学素子は、面発光型発光素子であることができる。

【0020】

この場合、前記面発光型発光素子は、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、および有機EL装置のいずれかであることができる。これにより、レンズの曲率および高さを大きくするための表面処理等を必要とすることなく、レンズの曲率および高さを簡易な方法にて大きくすることができる。これにより、光結合系の構成の簡潔化およびコストの低減を図ることができる。

【0021】

また、出射面の上にレンズを直接形成することにより、前記面発光型発光素子の出射面と、前記レンズとのアライメント精度を向上させることができる。これにより、前記面発光型発光素子とレンズとの結合効率を高めることができるうえに、生産性の向上を図ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0023】

【第1の実施の形態】

1. 光学素子の製造方法

図1(a)～図1(c)はそれぞれ、本発明を適用した第1の実施の形態に係る光学素子70の製造方法を模式的に示す断面図である。

【0024】

本実施の形態において、光学素子70は、例えば発光素子または受光素子である。例えば、発光素子の場合、光を放出する部位（出射面）を有し、受光素子の場合、光を取り込む部位（入射面）を有する。具体的には、発光素子としては、半導体レーザ、半導体発光ダイオード、有機EL装置が例示できる。また、受光素子としては、固体撮像素子、フォトダイオード、MSMフォトディテクターが例示できる。

【0025】

本実施の形態の光学素子の製造方法では、出射面または入射面（以下、「出射面等」ともいう）20の上にレンズ10を形成する方法について説明する。

【0026】

(1) まず、レンズ10（図1(c)参照）を形成する前に、出射面等20（図1(a)参照）を含む光学素子部22を形成する。光学素子部22は例えば、素子として駆動するのに必要な部位である。なお、光学素子部22の構成および製造方法は素子の種類等によって異なる。このため、図1(a)～図1(c)においては、出射面等20を除いて、光学素子部22の構成要素およびその製造方法についての図示は省略する。

【0027】

次いで、光学素子部22の出射面等20の上に、レンズ前駆体10bを形成する（図1(a)参照）。

【0028】

具体的には、光学素子部22の出射面等20に対して、液滴吐出口12から液滴10aを吐出することにより、図1(a)に示すように、レンズ前駆体10bが形成される。この場合、液滴10aの吐出量を調節することにより、レンズ前駆体の10bの大きさを制御することができる。

【0029】

液滴10aを吐出する方法としては、ディスペンサ法またはインクジェット法が例示できる。液滴10aの粘度および吐出量等を考慮して、吐出方法を選択するのが望ましい。例えば、インクジェット法を用いる場合、液滴10aの粘度は約20cps以下で用いるのが望ましい。一方、ディスペンサ法を用いる場合、液滴10aの粘度はこれより高くてもよい。ディスペンサ法は、液滴の吐出量が多くすることが可能であるため、比較的大きな

(7)

レンズを形成する場合に有用な方法である。また、インクジェット法は、液滴の吐出量および吐出位置を厳密に制御できるため、微細なレンズを形成する場合に有用な方法である。

【0030】

また、レンズ前駆体10bは、後の硬化工程によってレンズ10（図1（c）参照）へと変換される。レンズ前駆体10b（液滴10a）は、例えば熱または光等のエネルギーを付与することによって硬化可能な液体材料（例えば紫外線硬化型樹脂または熱硬化型樹脂）からなる。これにより、形状が制御されたレンズ10を得ることができる。紫外線硬化型樹脂としては、例えば紫外線硬化型のアクリル系樹脂およびエポキシ系樹脂が挙げられる。また、熱硬化型樹脂としては、熱硬化型のポリイミド系樹脂の前駆体等が例示できる。

【0031】

紫外線硬化型樹脂は、短時間の紫外線照射によって硬化する。このため、熱工程など素子に対するダメージを与えやすい工程を経ずに硬化させることができる。したがって、レンズ10を形成するために、レンズ前駆体10b（液滴10a）に紫外線硬化型樹脂を用いる場合、素子へ与える影響を少なくすることができる。

【0032】

また、紫外線硬化型樹脂は一般に、光の透過率が高いものが多い。このため、光の損失が少ないことから、長い光路長が有するレンズを形成する場合に特に有効である。

【0033】

紫外線硬化型樹脂は一般に、プレポリマー、オリゴマー、およびモノマーのうち少なくとも1種と光重合開始剤とを含む。紫外線硬化型樹脂のうち、粘度の選択性の広さを考慮すると、アクリル系樹脂を用いるのが好ましい。紫外線硬化型アクリル系樹脂の具体例としては、エポキシアクリレート類、ウレタンアクリレート類、ポリエステルアクリレート類、ポリエーテルアクリレート類、スピロアセタール系アクリレート類等のアクリレート類、エポキシメタクリレート類、スピロアセタール系アクリレート類、ポリエステルメタクリレート類、ポリエーテルメタクリレート類等のメタクリレート類等が利用できる。

【0034】

(2) 次いで、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体10bを硬化させることにより、出射面等20の上にレンズ10を形成する（図1（b）および図1（c）参照）。

【0035】

具体的には、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態にすることにより、重力によって、レンズ前駆体10bが鉛直下向き（図1（b）に示す白抜き矢印の方向）に引っ張られる結果、図1（b）に示すように、レンズ前駆体10bが鉛直下向きに延びる。この状態でレンズ前駆体10bにエネルギー線13を付与することにより、レンズ前駆体10bを硬化させる。この工程により、レンズ10が得られる。得られたレンズ10の曲率および高さは、出射面等20を鉛直下向きにする前のレンズ前駆体10bの曲率および高さよりも大きい。

【0036】

また、得られるレンズ10の曲率および高さを大きくするためには、レンズ前駆体10bを形成するための材料は、比重が大きいほうが好ましい。ただし、この場合、出射面等20を鉛直下向きにしたときに、出射面等20からレンズ前駆体10bが脱離しない程度の比重であることが必要である。

【0037】

図15に、レンズ前駆体10bを硬化させるための装置300の一例を示す。図15では、複数の光学素子70（図示せず）が規則的に配列された光学素子アレイ1000において、各光学素子70の出射面等20（図示せず）の上に形成された複数のレンズ前駆体10bを硬化する場合について示している。また、この装置300においては、レンズ前駆体10bを硬化するために用いるエネルギー線として、紫外線213（図15参照）を用

(8)

いる場合について示す。

【0038】

この装置300は、密閉された函体86と、函体86に設置された不活性ガス導入口82、排気口84およびUV出射部90とを含む。不活性ガス導入口82は、例えば窒素やアルゴンなどの不活性ガスを函体86内に導入するために設けられている。レンズ前駆体10bを硬化する際には、レンズ前駆体10bの周囲に酸素が存在しないようにするのが好ましい。このため、例えば、函体86内を不活性ガスで満たした状態でレンズ前駆体10bの硬化を行なう。

【0039】

また、光学素子アレイ1000は、出射面等（図示せず）を鉛直下向きにして設置する。図15においては、光学素子アレイ1000のうちレンズ前駆体10bの設置面（出射面）と反対側の面を接着材80にて接着している。接着材80としては、例えば、粘着性のテープが例示できる。

【0040】

さらに、図15に示す装置300においては、レンズ前駆体10bに紫外線を照射するために、UV照射用光ファイバ90が設置されている。このUV照射用光ファイバ90のUV出射部92から紫外線213が出射された後、レンズ前駆体10bへと紫外線213が照射される。これにより、レンズ前駆体10bが硬化し、レンズ10が形成される。

【0041】

以上の工程により、図1(c)に示すように、前述した出射面等20の上にレンズ10が形成される。このレンズ10は、出射面等20を鉛直下向きにする前のレンズ前駆体10b（図1(a)参照）と比較して、曲率および高さが大きい。また、このレンズ10は、出射面等20から出射または入射される光に対して透明な材質から形成されている。

【0042】

本実施の形態の光学素子の製造方法によれば、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体10bを硬化する。これにより、レンズの曲率および高さを大きくするための表面処理等を必要とすることなく、レンズの曲率および高さを簡易な方法にて大きくすることができる。

【0043】

また、出射面等20の上にレンズ10を直接形成することにより、出射面等20とレンズ10とのアライメントを容易に行なうことができる。これにより、生産性の向上を図ることができる。

【0044】

なお、本実施の形態において、出射面等20をほぼ鉛直上向きにした状態でレンズ前駆体10bを所定時間硬化させた後、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体10bを硬化することができる。ここで、出射面等20をほぼ鉛直上向きにした状態でレンズ前駆体10bを硬化させる時間と、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体10bを硬化させる時間とを調整することによって、レンズ前駆体10bの形状を調整することができる。

【0045】

また、例えば、レンズ前駆体10bの粘度が低いため、出射面等20をほぼ鉛直下向きにすると出射面等20上にレンズ前駆体10bを保持できない場合、はじめに、出射面等20をほぼ鉛直上向きにした状態で所定時間レンズ前駆体10bを硬化させることにより、出射面等20をほぼ鉛直下向きにしたときに出射面等20の上にレンズ前駆体10bが保持できる程度までレンズ前駆体10bの粘度を高める。その後、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体10bを硬化させることにより、レンズ10を形成することができる。以上により、レンズ前駆体10bの粘度が低い場合であっても、所望の形状を有するレンズ10を形成することができる。

2. 面発光型発光素子

次に、前述した光学素子の製造方法を用いて得られる発光素子の一実施例について説明す

(9)

る。本実施の形態においては、光学素子として、面発光型発光素子（面発光型半導体レーザ）100を用いた場合について説明する。

【0046】

（面発光型発光素子の構造）

図2は、前述した光学素子の製造方法を適用して得られた面発光型発光素子100を模式的に示す断面図である。図3は、図2に示す面発光型発光素子100を模式的に示す平面図である。図2は、図3のA-A線における断面を示す図である。

【0047】

本実施の形態の面発光型発光素子100は、図2に示すように、基板（本実施形態ではn型GaAs基板）101と、基板101上に形成された垂直共振器（以下「共振器」とする）140とを含む。この面発光型発光素子100は、共振器140の上面に設けられた出射面108から、基板101と垂直方向にレーザ光を出射できる。

【0048】

本実施の形態の面発光型発光素子100においては、出射面108の上にレンズ110が設けられている。このレンズ110は、前述した光学素子の製造方法を適用して形成される。このレンズ110の製造方法については、「面発光型発光素子の製造方法」の欄で後述する。

【0049】

また、このレンズ110は、出射面108から出射されるレーザ光に対して透明な材質から形成されている。このように、レンズ110が前記レーザ光に対して透明な材質からなることにより、レーザ光を効率良く出射させることが可能となり、モードの制御が可能な高効率の面発光型半導体レーザを得ることができる。

【0050】

次に、この面発光型発光素子100のその他の構成要素について説明する。

【0051】

本実施の形態においては、この共振器140は柱状の半導体堆積体（以下「柱状部」とする）130を含み、柱状部130の側面は絶縁層106で覆われている。

【0052】

共振器140には柱状部130が形成されている。ここで、柱状部130とは、共振器140の一部であって、少なくとも第2ミラー104を含む柱状の半導体堆積体をいう。この柱状部130は絶縁層106で埋め込まれている。すなわち、柱状部130の側面は絶縁層106で取り囲まれている。さらに、柱状部130上には第1電極107が形成されている。また、第1電極107は、柱状部130の上面130aに開口部118を有し、開口部118内には出射面108が設けられている。

【0053】

共振器140は、例えば、n型Al_{0.9}Ga_{0.1}As層とn型Al_{0.15}Ga_{0.85}As層とを交互に積層した40ペアの分布反射型多層膜ミラー（以下、「第1ミラー」という）102、GaAsウエル層とAl_{0.3}Ga_{0.7}Asバリア層からなり、ウエル層が3層で構成される量子井戸構造を含む活性層103、およびp型Al_{0.9}Ga_{0.1}As層とp型Al_{0.15}Ga_{0.85}As層とを交互に積層した30ペアの分布反射型多層膜ミラー（以下、「第2ミラー」という）104が順次積層されて構成されている。なお、第1ミラー102、活性層103、および第2ミラー104を構成する各層の組成および層数はこれに限定されるわけではない。

【0054】

第2ミラー104は、例えばCがドーピングされることによりp型にされ、第1ミラー102は、例えばSiがドーピングされることによりn型にされている。したがって、第2ミラー104、不純物がドーピングされていない活性層103、および第1ミラー102により、pinダイオードが形成される。

【0055】

また、本実施の形態においては、共振器140のうち面発光型発光素子100のレーザ光

(10)

出射側から第1ミラー102の途中にかけての部分が、レーザ光出射側からから見て円形の形状にエッチングされて柱状部130が形成されている場合について示す。なお、本実施の形態では、柱状部130の平面形状を円形としたが、この形状は任意の形状をとることが可能である。

【0056】

さらに、第2ミラー104を構成する層のうち活性層103に近い領域に、酸化アルミニウムからなる電流狭窄層105を形成することができる。この電流狭窄層105は、リング状に形成されている。すなわち、この電流狭窄層105は、平面形状が同心円状である。換言すれば、この電流狭窄層105を、図2におけるX-Y平面に平行な面で切断した場合における断面が同心円状である。

【0057】

また、本実施の形態に係る面発光型発光素子100においては、柱状部130の側面ならびに第1ミラー102の上面を覆うようにして、絶縁層106が形成されている。

【0058】

この面発光型発光素子100の製造工程においては、柱状部130の側面を覆う絶縁層106を形成した後、柱状部130の上面および絶縁層106の上面に第1電極107を、基板101の裏面101bに第2電極109を、それぞれ形成する。これらの電極形成の際には一般的に、アニール処理を約400℃で行なう（後述する製造プロセスを参照）。したがって、樹脂を用いて絶縁層106を形成する場合、このアニール処理工程に耐え得るためには、絶縁層106を構成する樹脂は耐熱性に優れたものであることが必要とされる。この要求を満たすためには、絶縁層106を構成する樹脂がポリイミド樹脂、フッ素系樹脂、アクリル樹脂、またはエポキシ樹脂等であることが望ましく、特に、加工の容易性や絶縁性の観点から、ポリイミド樹脂であるのが望ましい。

【0059】

第1電極107および第2電極109は、共振器140に電流を注入するために設けられている。具体的には、この第1電極107および第2電極109によって活性層103に電流が注入される。

【0060】

第1電極107は、図2に示すように、少なくとも一部が柱状部130の上面に形成されている。具体的には、第1電極107は、柱状部130の上面および絶縁層106の上に形成されている。第1電極107は、例えばAuとZnの合金とAuとの積層膜から形成することができる。

【0061】

また、第1電極107は、共振器130の上面130aに開口部118を有する。すなわち、柱状部130の上面130aの中央部には、第1電極107が形成されていない部分（開口部118）が設けられている。この開口部118内に射出面108が設けられている。この射出面108がレーザ光の射出口となる。本実施の形態の面発光型発光素子100においては、射出面108が円形である場合を示す。

【0062】

さらに、基板101の裏面101bには、第2電極109が形成されている。すなわち、図2に示す面発光型発光素子100では、柱状部130上で第1電極107と接合し、かつ、基板101の裏面101bで第2電極109と接合している。第2電極109は、例えばAuとGeの合金とAuとの積層膜から形成することができる。

【0063】

（面発光型発光素子の動作）

本実施の形態の面発光型発光素子（面発光型半導体レーザ）100の一般的な動作を以下に示す。なお、下記の面発光型半導体レーザの駆動方法は一例であり、本発明の趣旨を逸脱しない限り、種々の変更が可能である。

【0064】

まず、第1電極107と第2電極109とで、pinダイオードに順方向の電圧を印加す。

(11)

ると、活性層103において、電子と正孔との再結合が起こり、係る再結合による発光が生じる。そこで生じた光が第2ミラー104と第1ミラー102との間を往復する際に誘導放出が起こり、光の強度が増幅される。光利得が光損失を上まわると、レーザ発振が起こり、柱状部130上面にある出射面108からレンズ110へと入射する。このレンズ110にて放射角が調整された後、基板101に対して垂直方向（図2に示すZ方向）にレーザ光が出射される。ここで、「基板101に対して垂直方向」とは、基板101の表面101a（図2ではX-Y平面と平行な面）に対して垂直な方向（図2ではZ方向）をいう。

【0065】

（面発光型発光素子の製造プロセス）

次に、図2および図3に示す面発光型発光素子100の製造方法の一例について、図4～図10を用いて説明する。図4～図10は、図2および図3に示す本実施の形態の面発光型発光素子100の一製造工程を模式的に示す断面図であり、それぞれ図1に示す断面に対応している。

【0066】

（1）まず、n型GaAsからなる基板101の表面に、組成を変調させながらエピタキシャル成長させることにより、半導体多層膜150を形成する（図4参照）。

【0067】

ここで、半導体多層膜150は例えば、n型Al_{0.9}Ga_{0.1}As層とn型Al_{0.15}Ga_{0.85}As層とを交互に積層した40ペアの第1ミラー102、GaAsウエル層とAl_{0.3}Ga_{0.7}Asバリア層からなり、ウエル層が3層で構成される量子井戸構造を含む活性層103、およびp型Al_{0.9}Ga_{0.1}As層とp型Al

0.15Ga_{0.85}As層とを交互に積層した30ペアの第2ミラー104からなる。これらの層を順に基板101上に堆積させることにより、半導体多層膜150が形成される。なお、第2ミラー104を成長させる際に、活性層103近傍の少なくとも1層を、AlAs層またはAl組成が0.95以上のAlGaAs層（Al組成が高い層）に形成する。この層は後に酸化され、電流狭窄層105となる。また、第2ミラー104の最表面の層は、キャリア密度を高くし、電極（後述する第1電極107）とのオーミック接触をとりやすくしておくのが望ましい。

【0068】

エピタキシャル成長を行なう際の温度は、成長方法や原料、基板101の種類、あるいは形成する半導体多層膜150の種類、厚さ、およびキャリア密度によって適宜決定されるが、一般に、450℃～800℃であるのが好ましい。また、エピタキシャル成長を行なう際の所要時間も、温度と同様に適宜決定される。また、エピタキシャル成長させる方法としては、有機金属気相成長（MOVPE：Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy）法や、MBE法（Molecular Beam Epitaxy）法、あるいはLPE法（Liquid Phase Epitaxy）を用いることができる。

【0069】

（2）続いて、柱状部130を形成する（図5参照）。

【0070】

具体的には、半導体多層膜150上に、フォトリソグレイ法（図示しない）を塗布した後フォトリソグラフィ法により該フォトリソグレイをパターニングすることにより、所定のパターンのレジスト層R100を形成する。ついで、このレジスト層R100をマスクとして、例えばドライエッチング法により、第2ミラー104、活性層103、および第1ミラー102の一部をエッチングして、柱状の半導体堆積体（柱状部）130を形成する。以上の工程により、図5に示すように、基板101上に、柱状部130を含む共振器140が形成される。その後、レジスト層R100を除去する。

【0071】

（3）次いで、必要に応じて、電流狭窄層105を形成する（図6参照）。

(12)

【0072】

具体的には、図6に示すように、例えば400℃程度の水蒸気雰囲気中に、上記工程によって共振器140が形成された基板101を投入することにより、前述の第2ミラー104中のA1組成が高い層を側面から酸化して、電流狭窄層105を形成することができる。酸化レートは、炉の温度、水蒸気の供給量、酸化すべき層（前記A1組成が高い層）のA1組成および膜厚に依存する。酸化により形成される電流狭窄層を備えた面発光型発光素子では、駆動する際に、電流狭窄層が形成されていない部分（酸化されていない部分）のみに電流が流れる。したがって、酸化によって電流狭窄層を形成する工程において、形成する電流狭窄層105の範囲を制御することにより、電流密度の制御が可能となる。

【0073】

(4) 次いで、柱状部130を取り囲む絶縁層106を形成する（図7参照）。

【0074】

ここでは、絶縁層106を形成するための材料として、ポリイミド樹脂を用いた場合について説明する。まず、例えばスピンコート法を用いて、樹脂前駆体（ポリイミド前駆体）を共振器140上に塗布して、樹脂前駆体層（図示せず）を形成する。この際、前記樹脂前駆体層の膜厚が柱状部130の高さより大きくなるように形成する。なお、前記樹脂前駆体層の形成方法としては、前述したスピンコート法のほか、ディッピング法、スプレーコート法、インクジェット法等の公知技術が利用できる。

【0075】

次いで、この基板を、例えばホットプレート等を用いて加熱して溶媒を除去した後、柱状部130の上面130a（図7参照）を露出させる。柱状部130の上面130aを露出させる方法としては、CMP法、ドライエッチング法、ウェットエッチング法などが利用できる。この後、前記樹脂前駆体層を約350℃の炉内にてイミド化させることで、絶縁層106が形成される。なお、イミド化工程を経てほぼ完全に硬化させた絶縁層をエッチングして、柱状部130の上面130aを露出させてもよい。

【0076】

(5) 次に、活性層103に電流を注入するための第1電極107および第2電極109、およびレーザ光の出射面108を形成する（図8参照）。

【0077】

まず、第1電極107および第2電極109を形成する前に、必要に応じて、プラズマ処理法等を用いて、柱状部130の上面130aを洗浄する。これにより、より安定した特性の素子を形成することができる。つづいて、例えば真空蒸着法により絶縁層106および柱状部130の上面130a（図7参照）に、例えばAuとZnの合金とAuとの積層膜（図示せず）を形成する。この場合、最表面にAu層を形成する。次いで、リフトオフ法により、柱状部130の上面130aに、前記積層膜が形成されていない部分を形成する。この部分が開口部118となる（図8参照）。出射面108は、開口部118内に設けられる。すなわち、柱状部130の上面130aのうち開口部118内の領域が出射面108として機能する。なお、前記工程において、リフトオフ法のかわりに、ドライエッチング法を用いることもできる。

【0078】

また、基板101の裏面101bに、例えば真空蒸着法により、例えばAuとGeの合金とAuとの積層膜（図示せず）を形成する。次いで、アニール処理する。アニール処理の温度は電極材料に依存する。本実施形態で用いた電極材料の場合は、通常400℃前後で行なう。

【0079】

以上の(1)～(5)の工程により、出射面108を含む光学素子部160を形成する（図8参照）。光学素子160は、面発光型発光素子100が素子として駆動するために必要な部分である。

【0080】

(6) 次いで、出射面108の上にレンズ110を形成する（図9および図10参照）。

(13)

【0081】

具体的には、まず、図10に示すように、インクジェット法により出射面108に向けて液滴110aを吐出することにより、出射面108の上にレンズ前駆体110bを形成する。ここでは、レンズ前駆体110bが紫外線硬化型樹脂からなる場合について説明する。

【0082】

インクジェットの吐出方法としては、例えば、(i)熱により液体（ここではレンズ材）中の気泡の大きさを変化させることで圧力を生じ、液体を吐出する方法、(ii)圧電素子により生じた圧力によって液体を吐出させる方法とがある。圧力の制御性の観点からは、前記(ii)の方法が望ましい。

【0083】

インクジェットヘッド120のノズル112の位置と、液滴110aの吐出位置とのアライメントは、一般的な半導体集積回路の製造工程における露光工程や検査工程で用いられる公知の画像認識技術を用いて行なわれる。例えば、図9に示すように、インクジェットヘッド120のノズル112の位置と、面発光型発光素子100の開口部118とのアライメントを画像認識により行なう。アライメント後、インクジェットヘッド120に印加する電圧を制御した後、液滴110aを吐出する。これにより、出射面108の上にレンズ前駆体110bを形成する（図10参照）。

【0084】

この場合、ノズル112から吐出される液滴110aの吐出角度にはある程度のばらつきがあるが、液滴110aが着弾した位置が開口部118の内側であれば、液滴110aが濡れ広がり、自動的に位置の補正がなされる。

【0085】

以上の工程を行なった後、前述した光学素子の製造方法と同様の方法（図1(b)参照）にて、図10に示すように、出射面108をほぼ鉛直下向き（図10に示す白抜き矢印の方向）にした状態でレンズ前駆体110bを硬化させる。この工程により、出射面108の上にレンズ110を形成する。具体的には、出射面108をほぼ鉛直下向きにした状態にすることにより、重力によって、レンズ前駆体110bが鉛直下向きに引っ張られる結果、図10に示すように、レンズ前駆体110bの形状が鉛直下向きに延びる。この状態でレンズ前駆体110bにエネルギー線を付与することにより、レンズ前駆体110bを硬化させる。この工程により、レンズ110が得られる。得られたレンズ110の曲率および高さは、出射面108を鉛直下向きにする前のレンズ前駆体110bの曲率および高さよりも大きい。

【0086】

また、この工程において、例えば、図15に示す装置300を用いてレンズ前駆体110bを硬化させることができる。なお、図15に示す装置300において、接着材80のかわりに、真空吸着ステージに素子を貼り付けてそのまま裏返して図86に設置することもできる。

【0087】

最適な紫外線の波長および照射量は、レンズ前駆体110bの材質に依存する。例えば、アクリル系紫外線硬化樹脂を用いて前駆体110bを形成する場合、波長350nm程度、強度10mWの紫外線を5分間照射することで硬化を行なう。

【0088】

以上のプロセスにより、図2および図3に示す面発光型発光素子100が得られる。

【0089】

（作用および効果）

本実施の形態に係る面発光型発光素子100は、前述した光学素子の製造方法と同様の作用および効果を有する。さらに、本実施の形態においては、面発光型発光素子100が面発光型半導体レーザである場合について説明した。この場合、以下に示す作用および効果を有する。

(14)

【0090】

面発光型半導体レーザは、コンピュータ間あるいはコンピュータ内部においてより高速な伝送速度を有する光インターコネクションの光源への適用が期待されている。この面発光型半導体レーザは多チャンネル化が容易なことや、高速応答性、低消費電力等の点において利点を有する。

【0091】

面発光型半導体レーザを前述した光源に用いる場合、例えば光ファイバ等の光導波路との結合を考慮する必要がある。一方、面発光型半導体レーザの放射角は、レーザと光導波路との間の光結合系の設計に大きく依存する。ここで、放射角が大きいと、開口数がより大きいレンズが必要となり、光結合系の複雑化およびコストの増大をもたらす。また、面発光型半導体レーザとレンズとの結合効率を高めるために、面発光型半導体レーザとレンズとのアライメント精度を向上させることも重要である。

【0092】

本実施の形態の面発光型発光素子100の製造方法によれば、出射面108をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体110bを硬化する。これにより、レンズの曲率および高さを大きくするための表面処理等を必要とすることなく、レンズの曲率および高さを簡易な方法にて大きくすることができる。これにより、光結合系の構成の簡潔化およびコストの低減を図ることができる。

【0093】

また、出射面108の上にレンズ110を直接形成することにより、面発光型発光素子（面発光型半導体レーザ）100の光学素子部160と、レンズ110とのアライメント精度を向上させることができる。これにより、面発光型発光素子（面発光型半導体レーザ）100とレンズ110との結合効率を高めることができるうえに、生産性の向上を図ることができる。

【0094】

[第2の実施の形態]

1. 光学素子の製造方法

本実施の形態においては、出射面等20の上に、第1の液滴および第2の液滴を吐出することによって、レンズを形成する場合について説明する。以下、本実施の形態の光学素子の製造方法を適用した3つの実施例（第1～第3の実施例）について説明する。これらの実施例は、液滴の硬化方法および硬化順序が異なる。

【0095】

なお、いずれも実施例においても、形成される光学素子は、第1の実施の形態の光学素子70と同様に、例えば発光素子または受光素子であり、光を放出する部位（出射面）または光を取り込む部位（入射面）を有する。また、これらの実施例を適用できる具体的な発光素子および受光素子として、第1の実施の形態にて例示した素子を挙げることができる。

【0096】

また、各実施例において、第1の実施の形態に係る光学素子の製造方法（図1（a）～図1（c）参照）で示した構成要素と同じ構成要素には原則として同じ番号を付して、詳しい説明は省略する。

【0097】

(1) 第1の実施例

第1の実施例では、第1の液滴および第2の液滴を順に吐出した後硬化させて、レンズ21を形成する場合について説明する（図11（a）～図11（d）参照）。図11（a）～図11（d）はそれぞれ、本実施の形態に係る光学素子の製造方法を適用した第1の実施例を模式的に示す断面図である。

【0098】

まず、第1の実施の形態で示したのと同様の方法にて、出射面等20を含む光学素子部22を形成する（図11（a）参照）。

(15)

【0099】

次いで、液滴吐出口12から出射面等20に向けて第1の液滴30aを吐出することにより、出射面等20の上に第1レンズ前駆体30bを形成する(図11(a)参照)。

【0100】

さらに、液滴吐出口12から第1の液滴30aに向けて、第1の液滴30aより粘度が高い第2の液滴40aを吐出することにより、第1レンズ前駆体30bの上に第2レンズ前駆体40bを形成する(図11(b)参照)。

【0101】

第1および第2の液滴30a、40aの吐出方法は、第1の実施の形態における液滴10aの吐出方法と同様である。また、第1および第2の液滴30a、40aの材質は、前述したように、第1の液滴30aより第2の液滴40aの粘度が高いという条件を満たす限り、第1の実施の形態における液滴10aの材質と同様のものを用いることができる。

【0102】

次いで、第1および第2レンズ前駆体30b、40bを硬化させる(図11(c)参照)。これにより、出射面等20の上にレンズ21が形成される(図11(d)参照)。このレンズ21は、図11(d)に示すように、第1レンズ部30と、第1レンズ部30の上に形成された第2レンズ部40とからなる。ここで、第1レンズ部30の屈折率と第2レンズ部40の屈折率とを、ほぼ等しくすることができる。

【0103】

あるいは、第2レンズ部40の屈折率よりも、第1レンズ部30の屈折率を大きくすることができる。この場合、レンズ21の焦点距離を短くすることができる。第1および第2レンズ部30、40の屈折率は、これらを形成するために用いる材質を適宜選択することにより調整することができる。以上の工程により、光学素子72が得られる(図11(d)参照)。

【0104】

本実施例に係る光学素子72の製造方法によれば、第1の液滴30aに向けて、第1の液滴30aより粘度が高い第2の液滴40aを吐出することにより、第1レンズ前駆体30bの上に第2レンズ前駆体40bを形成した後硬化させることにより、曲率および高さが大きなレンズ21を出射面等20の上に形成することができる。

【0105】

(2) 第2の実施例

第2の実施例では、第1の液滴および第2の液滴を順に吐出した後、出射面等20を鉛直下向きにした状態で硬化させて、レンズ31を形成する場合について説明する(図12(a)～図12(d)参照)。図12(a)～図12(d)はそれぞれ、本実施の形態に係る光学素子の製造方法を適用した第2の実施例を模式的に示す断面図である。

【0106】

まず、第1の実施の形態で示したのと同様に、出射面等20を含む光学素子部22を形成する(図12(a)参照)。

【0107】

次いで、液滴吐出口12から出射面等20に向けて第1の液滴30aを吐出することにより、出射面等20の上に第1レンズ前駆体30bを形成する(図12(a)参照)。

【0108】

さらに、第1の液滴30aに向けて、第1の液滴30aより粘度が高い第2の液滴50aを吐出することにより、第1レンズ前駆体30bの上に第2レンズ前駆体50bを形成する(図12(b)参照)。

【0109】

第1および第2の液滴30a、50aの吐出方法は、第1の実施の形態における液滴10aの吐出方法と同様である。また、第1および第2の液滴30a、50aの材質は、前述したように、第1の液滴30aより第2の液滴50aの粘度が低いという条件を満たす限り、第1の実施の形態における液滴10aの材質と同様のものを用いることができる。

(16)

【0110】

次いで、出射面等20を鉛直下向き（図12（c）に示す白抜き矢印の方向）にした状態で、第1および第2レンズ前駆体30b、50bを硬化させる（図12（c）参照）。具体的には、出射面等20をほぼ鉛直下向きにした状態にすることにより、重力によって、第1および第2レンズ前駆体30bが鉛直下向きに引っ張られる結果、図12（c）に示すように、第1および第2レンズ前駆体30b、50bが鉛直下向きに延びる。特に、第2レンズ前駆体50bは第1レンズ前駆体30bよりも粘度が小さいため、第2レンズ前駆体50bは第1レンズ前駆体30bよりも下向きに延びる。この状態で第1および第2レンズ前駆体30b、50bにエネルギー線13を付与することにより、第1および第2レンズ前駆体30b、50bを硬化させる。以上の工程により、レンズ31が得られる。得られたレンズ31の曲率および高さは、出射面等20を鉛直下向きにする前の第1および第2レンズ前駆体30b、50b（図12（b）参照）の曲率および高さよりも大きい。

【0111】

また、得られるレンズ31の曲率および高さを大きくするためには、第1および第2レンズ前駆体30b、50bを形成するための材料は、比重が大きいほうが好ましい。ただし、この場合、出射面等20を鉛直下向きにしたときに、出射面等20から第1レンズ前駆体30bが、第1レンズ前駆体30bから第2レンズ前駆体50bが、それぞれ脱離しない程度の比重であることが必要である。これにより、出射面等20の上にレンズ31が形成される（図12（d）参照）。

【0112】

このレンズ31は、図12（d）に示すように、第1レンズ部30と、第1レンズ部30の上に形成された第2レンズ部50とからなる。ここで、第1レンズ部30の屈折率と第2レンズ部50の屈折率とを、ほぼ等しくすることができる。

【0113】

あるいは、第2レンズ部50の屈折率よりも、第1レンズ部30の屈折率を大きくすることができる。この場合、レンズ31の焦点距離を短くすることができる。第1および第2レンズ部30、50の屈折率は、これらを形成するために用いる材質を適宜選択することにより調整することができる。以上の工程により、光学素子74が得られる（図12（d）参照）。

【0114】

本実施例に係る光学素子74の製造方法によれば、第1の液滴30aに向けて、第1の液滴30aより粘度が低い第2の液滴50aを吐出することにより、第1レンズ前駆体30bの上に第2レンズ前駆体50bを形成した後、第1および第2レンズ前駆体30b、50bを硬化させる。この場合において、第2レンズ前駆体50bは第1レンズ前駆体30bよりも粘度が小さいため、第2レンズ前駆体50bは第1レンズ前駆体30bよりも下向きに延びる。これにより、最終的に得られるレンズ31の曲率および高さを大きくすることができる。

【0115】

（3）第3の実施例

第3の実施例では、出射面等20に向けて第1の液滴30aを吐出した後硬化させることにより、出射面等20の上にレンズの一部（第1レンズ部30）を形成し、次いで、前記レンズの一部に向けて第2の液滴60aを吐出した後硬化させることにより、出射面等20の上にレンズ41を形成する場合について説明する（図13（a）～図13（e）参照）。図13（a）～図13（e）はそれぞれ、本実施の形態に係る光学素子の製造方法を適用した第3の実施例を模式的に示す断面図である。

【0116】

まず、第1の実施の形態で示したのと同様に、出射面等20を含む光学素子部22を形成する（図13（a）参照）。

【0117】

(17)

次いで、出射面等20に向けて第1の液滴30aを吐出することにより、出射面等20の上に第1レンズ前駆体30bを形成する(図13(a)参照)。

【0118】

次に、第1レンズ前駆体30bにエネルギー線13を付与することにより、この第1レンズ前駆体30bを硬化させて、レンズの一部(第1レンズ部30)を形成する(図13(b)参照)。

【0119】

さらに、第1レンズ部30に向けて、第2の液滴60aを吐出することにより、第1レンズ部30の上に第2レンズ前駆体60bを形成する(図13(c)参照)。

【0120】

続いて、第2レンズ前駆体60bにエネルギー線13を付与することにより、この第2レンズ前駆体60bを硬化させる(図13(d)参照)。これにより、第1レンズ部30の上に第2レンズ部60を形成する。以上の工程により、出射面等20の上にレンズ41を形成する(図13(e)参照)。このレンズ41は、図13(e)に示すように、第1レンズ部30と、第1レンズ部30の上に形成された第2レンズ部60とからなる。ここで、第1レンズ部30の屈折率と第2レンズ部60の屈折率とをほぼ等しくすることができる。

【0121】

あるいは、第2レンズ部60の屈折率よりも、第1レンズ部30の屈折率を大きくすることができる。この場合、レンズ41の焦点距離を短くすることができる。第1および第2レンズ部30、60の屈折率は、これらを形成するために用いる材質を適宜選択することにより調整することができる。以上の工程により、光学素子76が得られる(図13(e)参照)。

【0122】

第1および第2の液滴30a、60aの吐出方法は、第1の実施の形態における液滴10aの吐出方法と同様である。また、第1および第2の液滴30a、60aの材質は、前述したように、第1の液滴30aより第2の液滴60aの粘度が低いという条件を満たす限り、第1の実施の形態における液滴10aの材質と同様のものを用いることができる。

【0123】

また、第1および第2レンズ前駆体30b、60bの硬化方法は、前述した第1の実施例と同様である。

【0124】

本実施例に係る光学素子76の製造方法によれば、第1レンズ前駆体30bを硬化させた後に第2レンズ前駆体60bを硬化させる。これにより、第1レンズ前駆体30bの粘度が低い場合であっても、第1レンズ前駆体30bを確実に硬化させることができる。

【0125】

なお、本実施例において、第1の実施形態におけるレンズ前駆体10bの硬化工程と同様に、第1レンズ前駆体30bおよび/または第2レンズ前駆体60bを硬化させる際に、出射面等20を鉛直下向きにした状態で硬化させることもできる。この場合、第1の実施の形態と同様に、曲率および高さが大きいレンズ41を得ることができる。

2. 面発光型発光素子

次に、本実施の形態に係る面発光型発光素子200について説明する。

【0126】

図14は、本発明を適用した第2の実施の形態に係る面発光型発光素子200を模式的に示す断面図である。

【0127】

本実施の形態に係る面発光型発光素子200は、レンズ210が、前述した本実施の形態の光学素子の製造方法を適用して形成されたものである点以外は、第1の実施の形態に係る面発光型発光素子100とほぼ同様の構造を有する。第1の実施の形態に係る面発光型発光素子100と実質的に同じ機能を有する構成要素には同一符号を付して、その詳細な

(18)

説明を省略する。

【0128】

レンズ210は、第1レンズ部220と、第1レンズ部220の上に形成された第2レンズ部240とからなる。レンズ210は、前述した第1～第3の実施例のいずれかを適用して形成することができる。

【0129】

この面発光型発光素子200によれば、前述した第1の実施の形態の面発光型発光素子100と同様の作用および効果を奏することができる。加えて、この面発光型発光素子200によれば、その形成工程によって、前述した第1～第3の実施例と同様の作用および効果を奏することができる。

【0130】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および結果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【0131】

例えば、上記実施の形態の面発光型発光素子では、柱状部を一つ有する面発光型発光素子について説明したが、基板面内で柱状部が複数個設けられていても本発明の形態は損なわれない。また、複数の面発光型発光素子がアレイ化されている場合でも、同様の作用および効果を有する。

【0132】

また、例えば、上記実施の形態の面発光型発光素子において、各半導体層におけるp型とn型とを入れ替えても本発明の趣旨を逸脱するものではない。上記実施の形態の面発光型発光素子においては、AlGaAs系のものについて説明したが、発振波長に応じてその他の材料系、例えば、GaInP系、ZnSSe系、InGaIn系、AlGaIn系、InGaAs系、GaInNAs系、GaAsSb系の半導体材料を用いることも可能である。

【0133】

さらに、上記実施形態の面発光型発光素子では、化合物半導体基板としてGaAs基板を用いた場合を示したが、他の基板、例えば、GaN基板、AlN基板、InP基板、GaP基板、ZnSe基板、ZnS基板、CdTe基板、ZnTe基板、CdS基板等の化合物半導体基板を用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)～図1(c)はそれぞれ、本発明を適用した第1の実施の形態に係る光学素子の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図2】第1の実施の形態に係る光学素子の製造方法を適用して得られた面発光型発光素子を模式的に示す断面図である。

【図3】図1に示す面発光型発光素子を模式的に示す平面図である。

【図4】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【図5】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【図6】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【図7】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【図8】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図であ

(19)

る。

【図9】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【図10】図2および図3に示す面発光型発光素子の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【図11】図11(a)～図11(d)はそれぞれ、本発明を適用した第2の実施の形態に係る光学素子の製造方法の一実施例を模式的に示す断面図である。

【図12】図12(a)～図12(d)はそれぞれ、本発明を適用した第2の実施の形態に係る光学素子の製造方法の一実施例を模式的に示す断面図である。

【図13】図13(a)～図13(e)はそれぞれ、本発明を適用した第2の実施の形態に係る光学素子の製造方法の一実施例を模式的に示す断面図である。

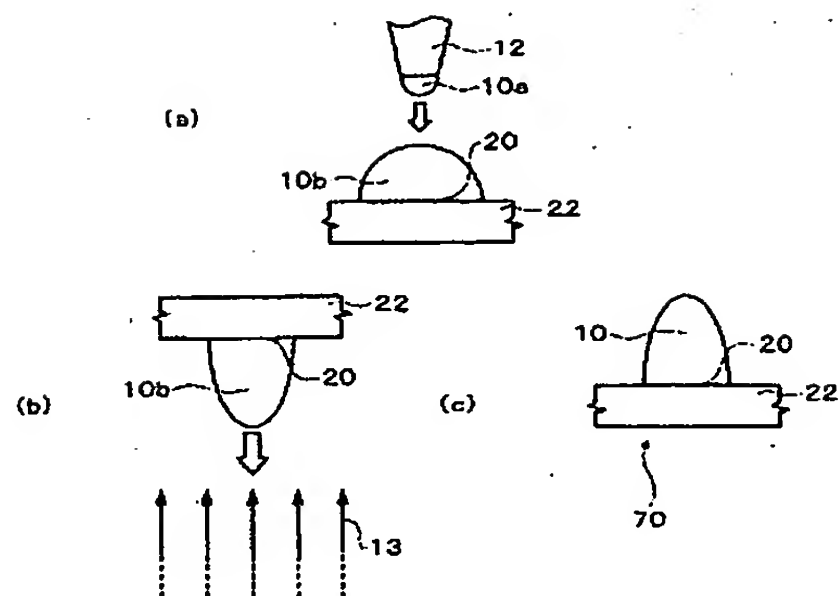
【図14】第2の実施の形態に係る光学素子の製造方法を適用して得られた面発光型発光素子を模式的に示す断面図である。

【図15】出射面または入射面をほぼ鉛直下向きにした状態でレンズ前駆体を硬化させるために用いる装置を模式的に説明する図である。

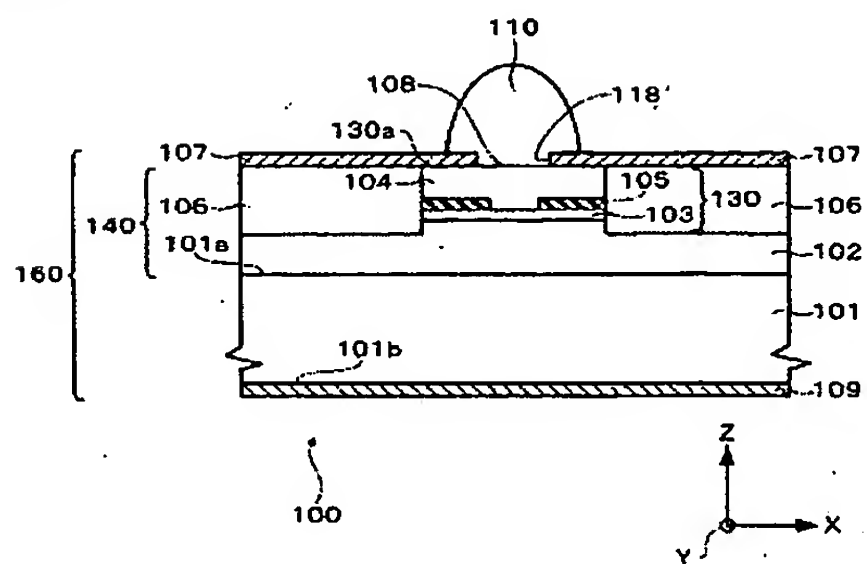
【符号の説明】

10 レンズ、10a 液滴、10b レンズ前駆体、12 液滴吐出口、13 エネルギー線、20 出射面等（出射面または入射面）、21, 31, 41 レンズ、22 光学素子部、30 第1レンズ部、30a 第1の液滴、30b 第1レンズ前駆体、40, 50, 60 第2レンズ部、40a, 50a, 60a 第2の液滴、40b, 50b, 60b 第2レンズ前駆体、70, 72, 74, 76 光学素子、80 接着材、82 不活性ガス導入口、84 排気口、86 函体、90 UV照射用光ファイバ、92 UV出射部、100, 200 面発光型発光素子、101 基板、101a 基板の表面、101b 基板の裏面、102 第1ミラー、103 活性層、104 第2ミラー、105 酸化狭窄層、106 絶縁層、107 第1電極、108 出射面、109 第2電極、110, 210 レンズ、110a 液滴、110b レンズ前駆体、112 ノズル、113 エネルギー線、118 開口部、120 インクジェットヘッド、130 柱状部、130a 柱状部の上面、140 共振器、150 半導体多層膜、160 光学素子部、213 紫外線、220 第1レンズ部、240 第2レンズ部、300 装置、1000 光学素子アレイ

【図1】

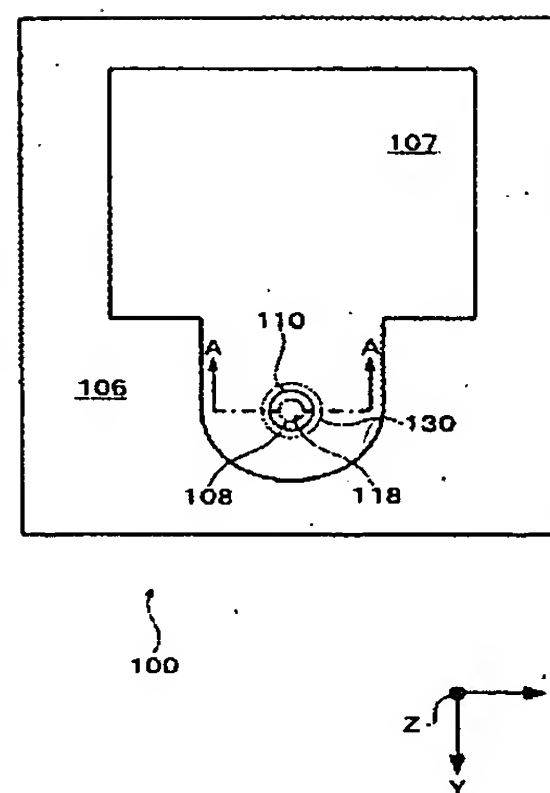


【図2】

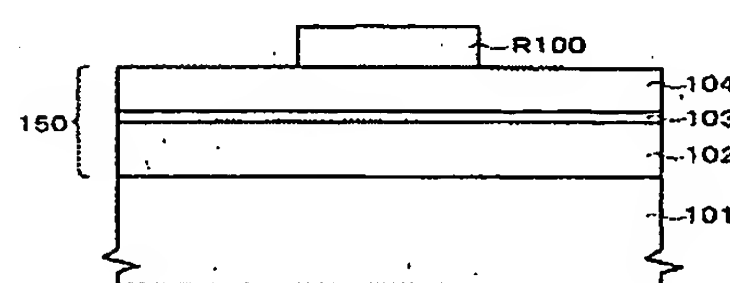


(20)

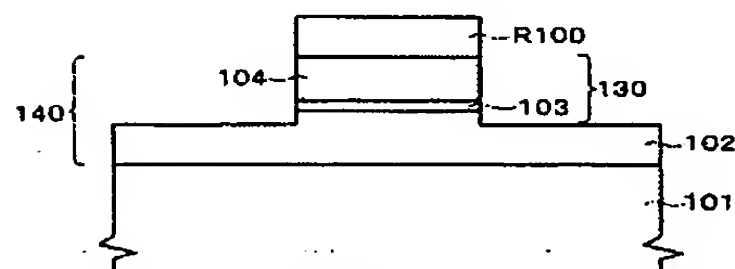
【図3】



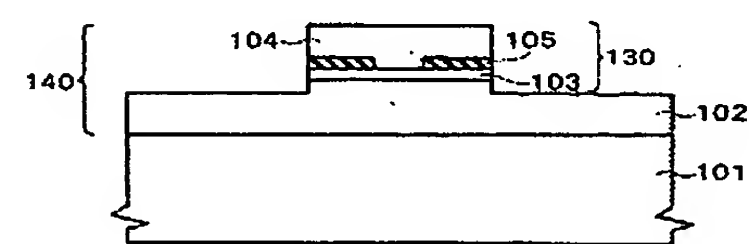
【図4】



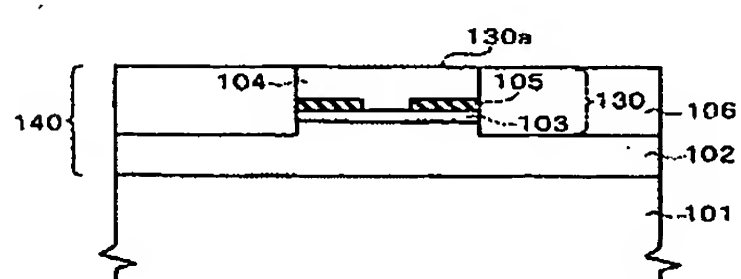
【図5】



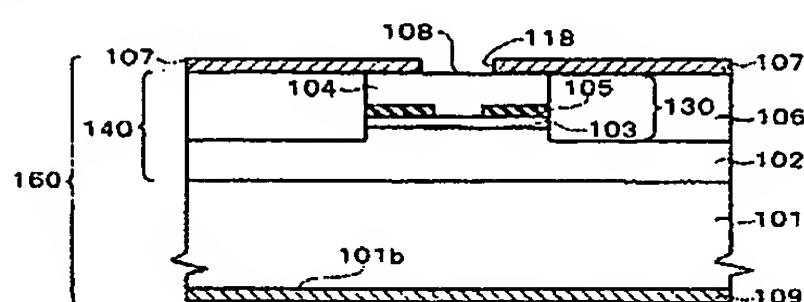
【図6】



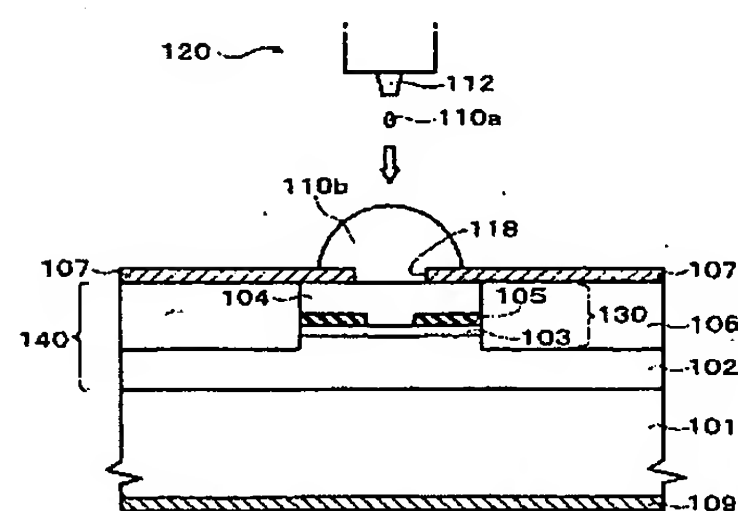
【図7】



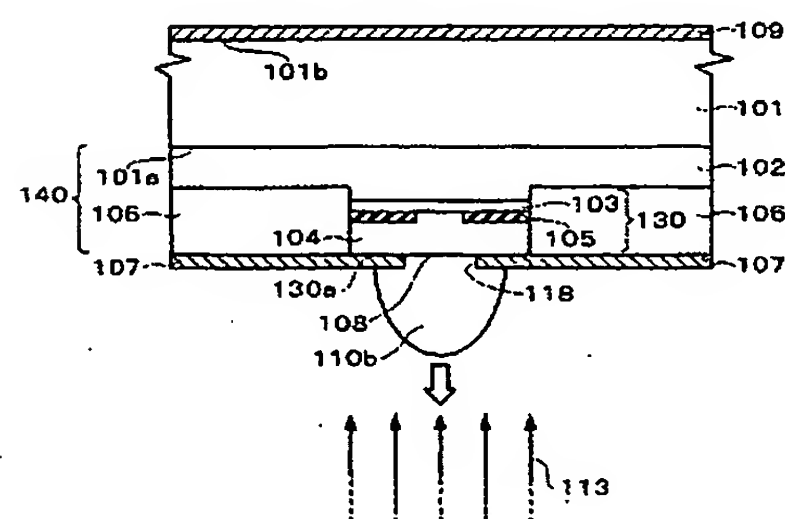
【図8】



【図9】

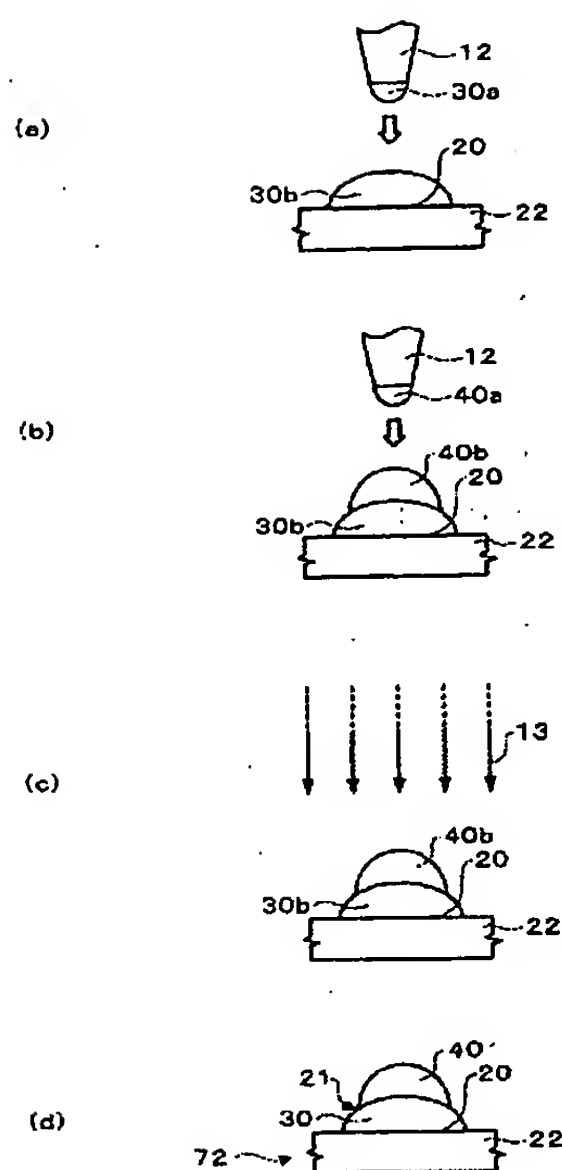


【図10】

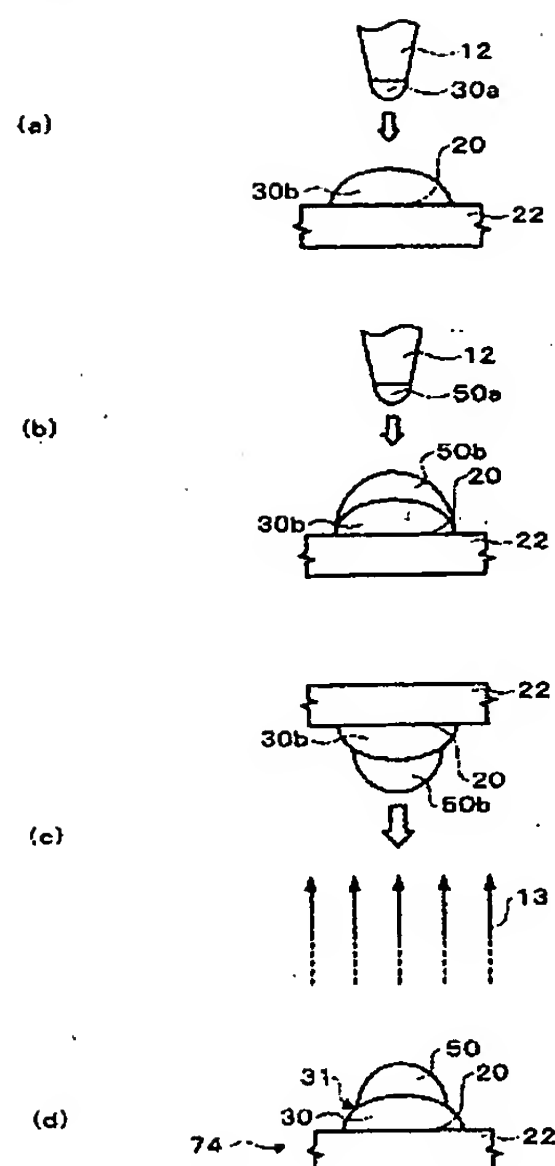


(21)

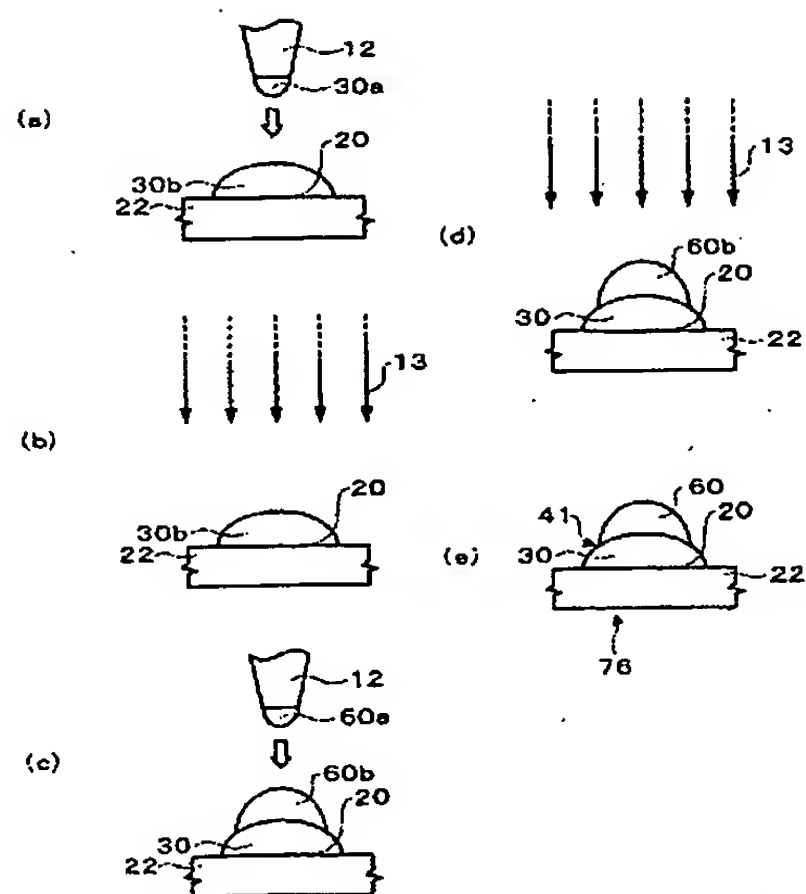
【図11】



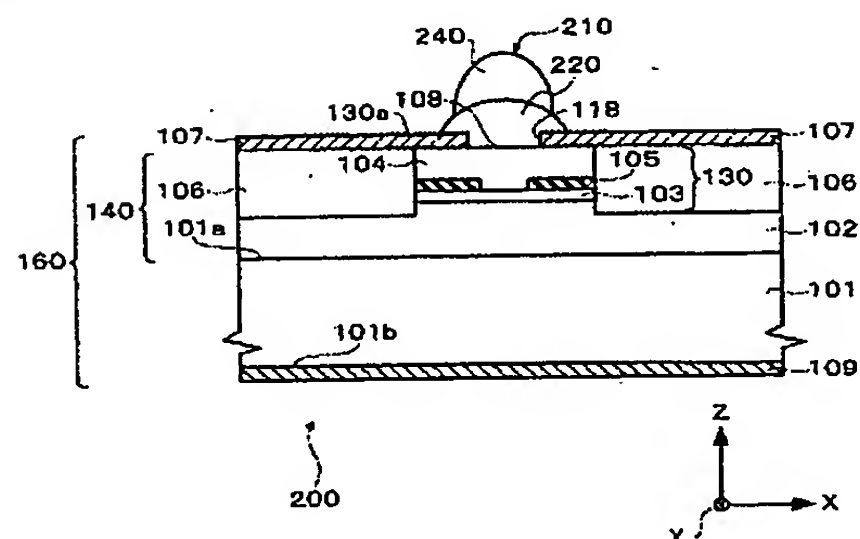
【図12】



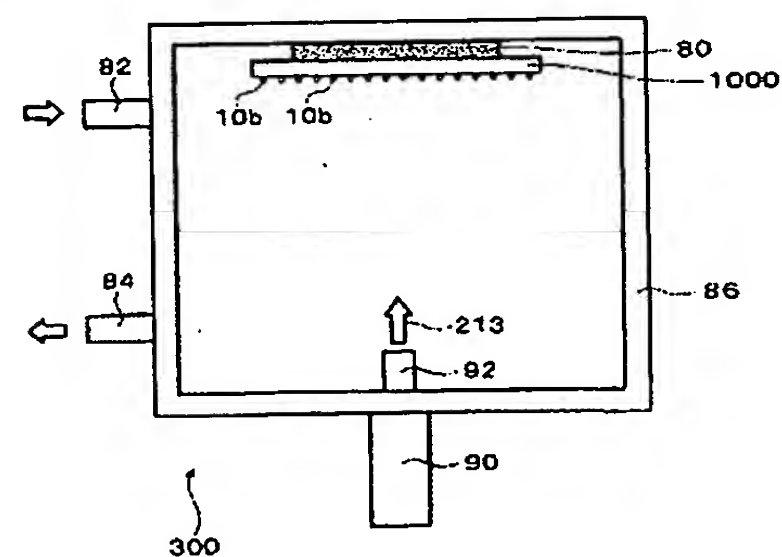
【図13】



【図14】



【図15】



(22)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H 0 5 B 33/14

F I

H 0 1 L 31/02

D

テーマコード (参考)

(72)発明者 平松 鉄夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB18 BB06 DB03 FA00 FA01 FA03

5F041 AA42 AA47 CA12 CA35 CA36 CA40 CA44 EE04 EE11

5F073 AA04 AA74 AB17 AB26 CA01 CA22 CB02 CB05 DA05 DA24

DA35

5F088 BA15 BA18 EA20 JA12

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-119583

(43)Date of publication of application : 15.04.2004

(51)Int.Cl.

H01S 5/022
H01L 31/0232
H01L 33/00
H05B 33/02
H05B 33/10
H05B 33/14

(21)Application number : 2002-279068

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 25.09.2002

(72)Inventor : KITO SATOSHI

KANEKO TAKESHI

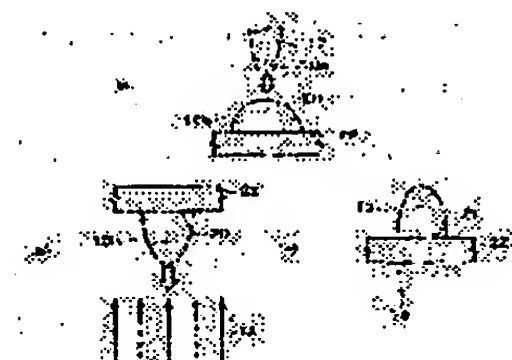
HIRAMATSU TETSUO

(54) METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing an optical element wherein the shape of a lens can properly be controlled.

SOLUTION: The method for manufacturing an optical element emits light from an emitting surface or takes light from an incident surface. The method includes discharging liquid droplets toward the emitting surface or incident surface to form a lens precursor on the emitting surface or incident surface and curing the lens precursor with the emitting surface or incident surface facing down nearly vertically to form the lens precursor on the emitting surface or incident surface.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, a lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

The manufacture approach including forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence by stiffening said lens precursor in the condition of having ****ed mostly said outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical] of an optical element.

[Claim 2]

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, a lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

The manufacture approach including forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence by stiffening this lens precursor, where this outgoing radiation side or plane of incidence is carried out mostly downward [vertical] after carrying out predetermined time hardening of said lens precursor, where said outgoing radiation side or plane of incidence is mostly made into vertical facing up of an optical element.

[Claim 3]

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the 1st drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, the 1st lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

The 2nd lens precursor is formed on said 1st lens precursor towards said 1st drop by carrying out the regurgitation of the 2nd drop with viscosity higher than this 1st drop,

The manufacture approach including forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence by stiffening said 1st and 2nd lens precursor of an optical element.

[Claim 4]

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the 1st drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, the 1st lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

The 2nd lens precursor is formed on said 1st lens precursor towards said 1st drop by carrying out the regurgitation of the 2nd drop with viscosity lower than this 1st drop,

The manufacture approach including forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence by stiffening said 1st and 2nd lens precursor in the condition of having ****ed mostly said outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical] of an optical element.

[Claim 5]

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By [which breathed out the 1st drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence] carrying out postcure, some lenses are formed on said outgoing radiation side or plane of incidence,

The manufacture approach including forming a lens on said outgoing radiation side or plane of incidence by [which breathed out the 2nd drop towards said some of lenses] carrying out postcure of an optical element.

[Claim 6]

In claim 5,

The manufacture approach of an optical element of stiffening said 1st drop where said outgoing radiation side or plane of incidence is carried out mostly downward [vertical].

[Claim 7]

In claims 5 or 6,

The manufacture approach of an optical element of stiffening said 2nd drop where said outgoing radiation side or plane of incidence is carried out mostly downward [vertical].

[Claim 8]

In claims 1 or 2,

The regurgitation of said drop is the manufacture approach of an optical element performed with the ink jet method or a dispenser.

[Claim 9]

In claim 3 thru/or either of 7,

The regurgitation of said 1st and 2nd drops is the manufacture approach of an optical element performed with the ink jet method or a dispenser.

[Claim 10]

In claims 1 or 2,

Said drop is the manufacture approach of an optical element which consists of an ingredient which can be hardened by giving energy.

[Claim 11]

In claim 3 thru/or either of 7,

Said 1st and 2nd drops are the manufacture approaches of an optical element which consist of an ingredient which can be hardened by giving energy.

[Claim 12]

In claim 1 thru/or either of 11,

Said lens is the manufacture approach of an optical element which consists of ultraviolet curing mold resin.

[Claim 13]

In claim 1 thru/or either of 12,

Said optical element is the manufacture approach of an optical element which is a field luminescence mold light emitting device.

[Claim 14]

In claim 13,

Said field luminescence mold light emitting device is the manufacture approach of an optical element which are either field luminescence mold semiconductor laser, semi-conductor light emitting diode and organic electroluminescence equipment.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates the configuration of a lens to the manufacture approach of a controllable optical element appropriately.

[0002]

[Background of the Invention]

A lens may be formed on the outgoing radiation side of a light emitting device, or the plane of incidence of a photo detector for the purpose of improving the joint effectiveness of incident light or outgoing radiation light. In this case, in order to give a desired optical property to incident light or outgoing radiation light, it is important to control the configuration of said lens strictly.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

The purpose of this invention is about the configuration of a lens to offer the manufacture approach of a controllable optical element appropriately.

[0004]

[Means for Solving the Problem]

1. Manufacture Approach of 1st Optical Element of this Invention

The manufacture approach of the 1st optical element of this invention,

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, a lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

By stiffening said lens precursor in the condition of having ****ed mostly said outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical], it includes forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence.

[0005]

In this application, "vertical facing down" calls the same direction the sense of gravity mostly. Moreover, the sense almost opposite to the sense of gravity is called "vertical facing up."

[0006]

Moreover, in this application, "an outgoing radiation side or plane of incidence" is an "outgoing radiation side", when it is the optical element to which said optical element emits light from an outgoing radiation side, and when said optical element incorporates light from plane of incidence, it is "plane of incidence." When "an outgoing radiation side or plane of incidence" is an "outgoing radiation side" when the optical element of this invention is a light emitting device, and the optical element of this invention is specifically a photo detector, "an outgoing radiation side or plane of incidence" is "plane of incidence."

[0007]

According to the manufacture approach of the 1st optical element of this invention, where said outgoing radiation side or an outgoing radiation side is carried out mostly downward [vertical], said lens precursor is hardened. The curvature and height of a lens can be enlarged by the simple approach, without this needing the surface treatment for enlarging the curvature and height of a lens etc.

[0008]

Moreover, alignment of said outgoing radiation side or plane of incidence, and said lens can be easily performed by forming said lens directly on said outgoing radiation side or an outgoing radiation side. Thereby, improvement in productivity can be aimed at.

2. Manufacture Approach of 2nd Optical Element

The manufacture approach of the 2nd optical element of this invention,

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, a lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence;

Where said outgoing radiation side or plane of incidence is mostly made into vertical facing up, after carrying out predetermined time hardening of said lens precursor, it includes forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence by stiffening this lens precursor in the condition of having ****ed mostly this outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical].

[0009]

According to the manufacture approach of the 2nd optical element of this invention, the same operation and effectiveness as the manufacture approach of the 1st optical element mentioned above can be done so.

Furthermore, according to the manufacture approach of the 2nd optical element of this invention, the configuration of said lens precursor can be adjusted by adjusting the time amount which stiffens said lens

precursor where said outgoing radiation side or plane of incidence is mostly made into vertical facing up, and the time amount which stiffens said lens precursor where said outgoing radiation side or plane of incidence is carried out mostly downward [vertical].

[0010]

Moreover, since the viscosity of said lens precursor is low, if said outgoing radiation side or plane of incidence is carried out mostly downward [vertical] for example When said lens precursor cannot be held on said outgoing radiation side or plane of incidence, When first the predetermined time aforementioned lens precursor is stiffened where said outgoing radiation side or plane of incidence is mostly made into vertical facing up, and said outgoing radiation side or plane of incidence is *****ed mostly downward [vertical] After raising the viscosity of said lens precursor on said outgoing radiation side or plane of incidence to extent which can hold said lens precursor, said lens can be formed by stiffening said lens precursor in the condition of having *****ed mostly said outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical]. By the above, even if it is the case that the viscosity of said lens precursor is low, said lens which has a desired configuration can be formed.

3. Manufacture Approach of 3rd Optical Element

The manufacture approach of the 3rd optical element of this invention,

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the 1st drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, the 1st lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

The 2nd lens precursor is formed on said 1st lens precursor towards said 1st drop by carrying out the regurgitation of the 2nd drop with viscosity higher than this 1st drop,

By stiffening said 1st and 2nd lens precursor, it includes forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence.

[0011]

According to the manufacture approach of the 3rd optical element of this invention, a lens with large curvature and height can form the optical element formed on said outgoing radiation side or the outgoing radiation side towards said 1st drop by [in which said 2nd lens precursor was formed on this 1st lens precursor] carrying out postcure by carrying out the regurgitation of the 2nd drop with viscosity higher than this 1st drop.

4. Manufacture Approach of 4th Optical Element

The manufacture approach of the 4th optical element of this invention,

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By carrying out the regurgitation of the 1st drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence, the 1st lens precursor is formed on this outgoing radiation side or plane of incidence,

The 2nd lens precursor is formed on said 1st lens precursor towards said 1st drop by carrying out the regurgitation of the 2nd drop with viscosity lower than this 1st drop,

By stiffening said 1st and 2nd lens precursor in the condition of having *****ed mostly said outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical], it includes forming a lens on this outgoing radiation side or plane of incidence.

[0012]

According to the manufacture approach of the 4th optical element of this invention, after forming the 2nd lens precursor on the 1st lens precursor towards said 1st drop by carrying out the regurgitation of the 2nd drop with viscosity lower than this 1st drop, this 1st and 2nd lens precursor is stiffened. In this case, since viscosity is smaller than said 1st lens precursor, this 2nd lens precursor is prolonged downward by said 2nd lens precursor rather than this 1st lens precursor. The curvature and height of a lens which are finally obtained by this can be enlarged.

5. Manufacture Approach of 5th Optical Element

The manufacture approach of the 5th optical element of this invention,

It is the manufacture approach of an optical element of emitting light from an outgoing radiation side, or incorporating light from plane of incidence,

By [which breathed out the 1st drop towards said outgoing radiation side or plane of incidence] carrying out postcure, some lenses are formed on said outgoing radiation side or plane of incidence,

By [which breathed out the 2nd drop towards said some of lenses] carrying out postcure, it includes forming a lens on said outgoing radiation side or plane of incidence.

[0013]

According to the manufacture approach of the 5th optical element of this invention, after stiffening said 1st lens precursor, said 2nd lens precursor is stiffened. Thereby, even if it is the case that the viscosity of said 1st lens precursor is low, said 1st lens precursor can be stiffened certainly.

[0014]

In this case, said the 1st drop and/or said 2nd drop can be stiffened where said outgoing radiation side or plane of incidence is carried out mostly downward [vertical]. Thereby, a lens with large curvature and height can be obtained.

[0015]

Said manufacture approach of the 1st – the 5th optical element can take following modes (1) – (4).

[0016]

(1) The ink jet method or a dispenser can perform the regurgitation of said drop (said 1st and 2nd drops are included).

[0017]

(2) Said drop (said 1st and 2nd drops are included) can consist of an ingredient which can be hardened by giving energy. Thereby, the lens by which the configuration was controlled can be obtained.

[0018]

(3) Said lens can consist of ultraviolet curing mold resin. Ultraviolet curing mold resin is hardened by short-time UV irradiation. for this reason — like a heat process — etc. — it can be made to harden without passing through the process which is easy to give the damage to a component Therefore, in order to form said lens, when using ultraviolet curing mold resin, effect which it has to a component can be lessened. Moreover, generally ultraviolet curing mold resin has many which have the high permeability of light. For this reason, it is effective especially when forming the lens which the long optical path length has from there being little loss of light.

[0019]

(4) Said optical element can be a field luminescence mold light emitting device.

[0020]

in this case, said field luminescence mold light emitting devices are either field luminescence mold semiconductor laser, semi-conductor light emitting diode and organic electroluminescence equipment — it comes out and a certain thing is made. The curvature and height of a lens can be enlarged by the simple approach, without this needing the surface treatment for enlarging the curvature and height of a lens etc. Thereby, compaction of the configuration of an optical coupling system and reduction of cost can be aimed at.

[0021]

Moreover, the alignment precision of the outgoing radiation side of said field luminescence mold light emitting device and said lens can be raised by forming a lens directly on an outgoing radiation side. Thereby, the joint effectiveness of said field luminescence mold light emitting device and lens can be raised, and also improvement in productivity can be aimed at.

[0022]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained, referring to a drawing.

[0023]

[The gestalt of the 1st operation]

1. Manufacture Approach of Optical Element

Drawing 1 (a) – drawing 1 (c) are the sectional views showing typically the manufacture approach of the optical element 70 concerning the gestalt of the 1st operation which applied this invention, respectively.

[0024]

In the gestalt of this operation, an optical element 70 is a light emitting device or a photo detector. For example, in the case of a light emitting device, it has the part (outgoing radiation side) which emits light, and, in the case of a photo detector, has the part (plane of incidence) which incorporates light. Specifically as a light emitting device, semiconductor laser, semi-conductor light emitting diode, and organic electroluminescence equipment can be illustrated. Moreover, as a photo detector, a solid state image sensor, a photodiode, and a MSM photodetector can be illustrated.

[0025]

By the manufacture approach of the optical element of the gestalt this operation, how to form a lens 10 on an outgoing radiation side or plane of incidence ("for an outgoing radiation side to be said" hereafter) 20 is explained.

[0026]

(1) First, form the optical element sections 22 containing 20 (refer to drawing 1 (a)), such as an outgoing radiation side, before forming a lens 10 (refer to drawing 1 (c)). The optical element section 22 is a part required to drive as a component. In addition, the configuration and the manufacture approach of the optical element section 22 change with classes of component etc. For this reason, in drawing 1 (a) – drawing 1 (c), the illustration about the component and its manufacture approach of the optical element section 22 omits an outgoing radiation side etc. except for 20.

[0027]

Subsequently, lens precursor 10b is formed on [, such as an outgoing radiation side of the optical element section 22,] 20 (refer to drawing 1 (a)).

[0028]

By [, such as an outgoing radiation side of the optical element section 22,] carrying out the regurgitation of the drop 10a from the drop delivery 12 to 20, as shown in drawing 1 (a), specifically, lens precursor 10b is formed. In this case, the magnitude of 10b of a lens precursor is controllable by adjusting the discharge quantity of drop 10a.

[0029]

A dispenser or the ink jet method can be illustrated as an approach of carrying out the regurgitation of the drop 10a. It is desirable to choose the regurgitation approach in consideration of viscosity, discharge quantity, etc. of drop 10a. For example, when using the ink jet method, as for the viscosity of drop 10a, it is desirable to use by about 20cps or less. On the other hand, when using a dispenser, the viscosity of drop 10a may be higher than this. Since a dispenser can be made [many] by the discharge quantity of a drop, when forming a comparatively big lens, it is a useful approach. Moreover, since the ink jet method can control the discharge quantity and the regurgitation location of a drop strictly, when forming a detailed lens, it is a useful approach.

[0030]

Moreover, lens precursor 10b is changed into a lens 10 (refer to drawing 1 (c)) according to a next hardening process. Lens precursor 10b (drop 10a) consists of a liquid ingredient (for example, ultraviolet curing mold resin or heat-curing mold resin) which can be hardened by giving energy, such as heat or light. Thereby, the lens 10 by which the configuration was controlled can be obtained. As ultraviolet curing mold resin, the acrylic resin and the epoxy system resin of an ultraviolet curing mold are mentioned, for example. Moreover, as heat-curing mold resin, the precursor of the polyimide system resin of a heat-curing mold etc. can be illustrated.

[0031]

Ultraviolet curing mold resin is hardened by short-time UV irradiation. for this reason — like a heat process — etc. — it can be made to harden without passing through the process which is easy to give the damage to a component. Therefore, in order to form a lens 10, when using ultraviolet curing mold resin for lens precursor 10b (drop 10a), effect which it has to a component can be lessened.

[0032]

Moreover, generally ultraviolet curing mold resin has many which have the high permeability of light. For this reason, it is effective especially when forming the lens which the long optical path length has from there being little loss of light.

[0033]

Generally ultraviolet curing mold resin contains at least one sort and a photopolymerization initiator among a prepolymer, oligomer, and a monomer. When the size of the selectivity of viscosity is taken into consideration among ultraviolet curing mold resin, it is desirable to use acrylic resin. As an example of ultraviolet curing mold acrylic resin, methacrylate, such as acrylate, such as epoxy acrylate, urethane acrylate, polyester acrylate, poly ETO acrylate, and SUPIRO acetal system acrylate, epoxy methacrylate, SUPIRO acetal system acrylate, polyester methacrylate, and polyether methacrylate, can be used.

[0034]

(2) Subsequently, form a lens 10 on [, such as an outgoing radiation side,] 20 by stiffening lens precursor 10b in the condition of having ***ed 20 downward [vertical] mostly, such as an outgoing radiation side, (refer to drawing 1 (b) and drawing 1 (c)).

[0035]

As a result of lens precursor 10b's being pulled downward [vertical] (the direction of the void arrow head shown in drawing 1 (b)) by gravity by specifically changing into the conditions of having ***ed 20 downward [vertical] mostly, such as an outgoing radiation side, as shown in drawing 1 (b), lens precursor 10b is prolonged downward [vertical]. Lens precursor 10b is stiffened by giving an energy line 13 to lens precursor 10b in this condition. A

lens 10 is obtained according to this process. The curvature and height of a lens 10 which were obtained are larger than the curvature and height of lens precursor 10b before [, such as an outgoing radiation side,] ****ing 20 downward [vertical].

[0036]

Moreover, in order to enlarge the curvature and height of a lens 10 which are obtained, the ingredient for forming lens precursor 10b has the desirable one where specific gravity is larger. However, when 20, such as an outgoing radiation side, is ****ed downward [vertical] in this case, it is required to be the specific gravity which is extent from which lens precursor 20 to 10b, such as an outgoing radiation side, is not desorbed.

[0037]

An example of the equipment 300 for making drawing 15 harden lens precursor 10b is shown. Drawing 15 shows the case where two or more lens precursor 10b by which two or more optical elements 70 (not shown) were formed on [, such as an outgoing radiation side of each optical element 70,] 20 (not shown) in the optical element array 1000 arranged regularly is hardened. Moreover, in this equipment 300, the case where ultraviolet rays 213 (refer to drawing 15) are used is shown as an energy line used in order to harden lens precursor 10b.

[0038]

This equipment 300 contains the sealed box 86, and the inert gas inlet 82, the exhaust port 84 and UV outgoing radiation section 90 which were installed in the box 86. The inert gas inlet 82 is formed in order to introduce inert gas, such as nitrogen and an argon, in a box 86. In case lens precursor 10b is hardened, it is desirable to make it oxygen not exist in the perimeter of lens precursor 10b. For this reason, for example, where the inside of a box 86 is filled with inert gas, lens precursor 10b is hardened.

[0039]

Moreover, the optical element array 1000 carries out an outgoing radiation side etc. downward [vertical] (not shown), and installs it. In drawing 15 , the installation side (outgoing radiation side) of lens precursor 10b and the field of the opposite side are pasted up with the binder 80 among the optical element arrays 1000. As a binder 80, an adhesive tape can be illustrated, for example.

[0040]

Furthermore, in the equipment 300 shown in drawing 15 , since ultraviolet rays are irradiated at lens precursor 10b, the optical fiber 90 for UV irradiation is installed. After outgoing radiation of the ultraviolet rays 213 is carried out from UV outgoing radiation section 92 of this optical fiber 90 for UV irradiation, ultraviolet rays 213 are irradiated to lens precursor 10b. Thereby, lens precursor 10b hardens and a lens 10 is formed.

[0041]

A lens 10 is formed on [, such as an outgoing radiation side mentioned above according to the above process as shown in drawing 1 (c),] 20. This lens 10 has curvature and large height as compared with lens precursor 10b (refer to drawing 1 (a)) before [, such as an outgoing radiation side,] ****ing 20 downward [vertical]. Moreover, this lens 10 is formed from the transparent quality of the material to 20 to outgoing radiation or the light by which incidence is carried out, such as an outgoing radiation side.

[0042]

According to the manufacture approach of the optical element of the gestalt this operation, where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is carried out mostly downward [vertical], lens precursor 10b is hardened. The curvature and height of a lens can be enlarged by the simple approach, without this needing the surface treatment for enlarging the curvature and height of a lens etc.

[0043]

Moreover, alignment of 20 and lenses 10, such as an outgoing radiation side, can be easily performed by forming a lens 10 directly on [, such as an outgoing radiation side,] 20. Thereby, improvement in productivity can be aimed at.

[0044]

In addition, in the gestalt of this operation, where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is mostly made into vertical facing up, after carrying out predetermined time hardening of the lens precursor 10b, where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is carried out mostly downward [vertical], lens precursor 10b can be hardened. Here, the configuration of lens precursor 10b can be adjusted by adjusting the time amount which stiffens lens precursor 10b where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is mostly made into vertical facing up, and the time amount which stiffens lens precursor 10b where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is carried out mostly downward [vertical].

[0045]

Moreover, when [for example,] lens precursor 10b cannot be held on [, such as an outgoing radiation side,] 20 if an outgoing radiation side etc. ****s 20 downward [vertical] mostly since the viscosity of lens precursor 10b is low, By first stiffening predetermined time lens precursor 10b, where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is mostly made into vertical facing up, when [, such as an outgoing radiation side,] 20 is carried out mostly downward [vertical], the viscosity of lens precursor 10b is raised on [, such as an outgoing radiation side,] 20 to extent which can hold lens precursor 10b. Then, a lens 10 can be formed by stiffening lens precursor 10b in the condition of having ****ed 20 downward [vertical] mostly, such as an outgoing radiation side. By the above, even if it is the case that the viscosity of lens precursor 10b is low, the lens 10 which has a desired configuration can be formed.

2. Field Luminescence Mold Light Emitting Device

Next, one example of the light emitting device obtained using the manufacture approach of the optical element mentioned above is explained. In the gestalt of this operation, the case where the field luminescence mold light emitting device (field luminescence mold semiconductor laser) 100 is used is explained as an optical element.

[0046]

(Structure of a field luminescence mold light emitting device)

Drawing 2 is the sectional view showing typically the field luminescence mold light emitting device 100 obtained with the application of the manufacture approach of the optical element mentioned above. Drawing 3 is the top view showing typically the field luminescence mold light emitting device 100 shown in drawing 2. Drawing 2 is drawing showing the cross section in the A-A line of drawing 3.

[0047]

The field luminescence mold light emitting device 100 of the gestalt of this operation contains a substrate (this operation gestalt n mold GaAs substrate) 101 and the perpendicular resonator (it considers as a "resonator" below) 140 formed on the substrate 101, as shown in drawing 2. This field luminescence mold light emitting device 100 can carry out outgoing radiation of the laser beam to a substrate 101 and a perpendicular direction from the outgoing radiation side 108 established in the top face of a resonator 140.

[0048]

In the field luminescence mold light emitting device 100 of the gestalt of this operation, the lens 110 is formed on the outgoing radiation side 108. This lens 110 is formed with the application of the manufacture approach of the optical element mentioned above. About the manufacture approach of this lens 110, it mentions later in the column of "the manufacture approach of a field luminescence mold light emitting device."

[0049]

Moreover, this lens 110 is formed from the transparent quality of the material from the outgoing radiation side 108 to the laser beam by which outgoing radiation is carried out. Thus, when a lens 110 consists of the transparent quality of the material to said laser beam, it becomes possible to carry out outgoing radiation of the laser beam efficiently, and the efficient field luminescence mold semiconductor laser which can control the mode can be obtained.

[0050]

Next, the component of others of this field luminescence mold light emitting device 100 is explained.

[0051]

In the gestalt of this operation, the side face of the pillar-shaped section 130 is covered for this resonator 140 by the insulating layer 106 including the column-like semi-conductor deposition object (it considers as the "pillar-shaped section" below) 130.

[0052]

The pillar-shaped section 130 is formed in the resonator 140. Here, in the pillar-shaped section 130, it is some resonators 140 and the semi-conductor deposition object of the shape of a column which contains the 2nd mirror 104 at least is said. This pillar-shaped section 130 is embedded by the insulating layer 106. That is, the side face of the pillar-shaped section 130 is surrounded by the insulating layer 106. Furthermore, the 1st electrode 107 is formed on the pillar-shaped section 130. Moreover, the 1st electrode 107 has opening 118 in top-face 130a of the pillar-shaped section 130, and the outgoing radiation side 108 is established in opening 118.

[0053]

A resonator 140 For example, the distribution reflective mold multilayers mirror of 40 pairs which carried out the laminating of an n mold aluminum_{0.9}Ga_{0.1}As layer and the n mold aluminum_{0.15}Ga_{0.85}As layer by turns It consists of a layer and an aluminum_{0.3}Ga_{0.7}As barrier layer. (It is hereafter called "the 1st mirror") 102 and GaAs — a well — a well — 30 pairs which carried out the laminating of the barrier layer 103 including the quantum well

structure where a layer consists of three layers and a p mold aluminum $0.9\text{Ga}0.1\text{As}$ layer, and the p mold aluminum $0.15\text{Ga}0.85\text{As}$ layer, by turns a distribution reflective mold multilayers mirror (It is hereafter called "the 2nd mirror") The laminating of 104 is carried out one by one, and it is constituted. In addition, a presentation and number of layers of the 1st mirror 102, a barrier layer 103, and each class that constitutes the 2nd mirror 104 are not necessarily limited to this.

[0054]

The 2nd mirror 104 is used as p mold by doping C, and the 1st mirror 102 is used as n mold by doping Si. Therefore, a pin diode is formed of the 2nd mirror 104, the barrier layer 103 by which the impurity is not doped, and the 1st mirror 102.

[0055]

Moreover, in the gestalt of this operation, the case where the part applied in the middle of the 1st mirror 102 among resonators 140 from the laser beam outgoing radiation side of the field luminescence mold light emitting device 100 sees clitteringly a laser beam outgoing radiation side, is etched into a circular configuration, and the pillar-shaped section 130 is formed is shown. In addition, although the flat-surface configuration of the pillar-shaped section 130 was made circular with the gestalt of this operation, this configuration can take the configuration of arbitration.

[0056]

Furthermore, the current constriction layer 105 which consists of an aluminum oxide can be formed in the field near a barrier layer 103 among the layers which constitute the 2nd mirror 104. This current constriction layer 105 is formed in the shape of a ring. That is, the flat-surface configuration of this current constriction layer 105 is concentric circular. If it puts in another way, the cross section at the time of cutting this current constriction layer 105 in respect of being parallel to the X-Y flat surface in drawing 2 will be concentric circular.

[0057]

Moreover, in the field luminescence mold light emitting device 100 concerning the gestalt of this operation, as the side face of the pillar-shaped section 130 and the top face of the 1st mirror 102 are covered, the insulating layer 106 is formed.

[0058]

In the production process of this field luminescence mold light emitting device 100, after forming the wrap insulating layer 106 for the side face of the pillar-shaped section 130, the 1st electrode 107 is formed in the top face of the pillar-shaped section 130, and the top face of an insulating layer 106, and the 2nd electrode 109 is formed in rear-face 101b of a substrate 101, respectively. Generally in the case of these electrode formation, annealing treatment is performed at about 400 degrees C (see the manufacture process mentioned later).

Therefore, when forming an insulating layer 106 using resin, in order to be able to bear this annealing down stream processing, it is needed for the resin which constitutes an insulating layer 106 to be excellent in thermal resistance. In order to fill this demand, it is desirable for the resin which constitutes an insulating layer 106 to be polyimide resin, fluoro resin, acrylic resin, or an epoxy resin, and it is desirable especially from the ease and the insulating viewpoint of processing that it is polyimide resin.

[0059]

The 1st electrode 107 and the 2nd electrode 109 are formed in order to pour a current into a resonator 140. Specifically, a current is poured into a barrier layer 103 with this 1st electrode 107 and 2nd electrode 109.

[0060]

As the 1st electrode 107 is shown in drawing 2, at least the part is formed in the top face of the pillar-shaped section 130. Specifically, the 1st electrode 107 is formed the top face of the pillar-shaped section 130, and on the insulating layer 106. The 1st electrode 107 can be formed from the cascade screen of the alloy of Au and Zn, and Au.

[0061]

Moreover, the 1st electrode 107 has opening 118 in top-face 130a of a resonator 130. That is, the part (opening 118) in which the 1st electrode 107 is not formed is prepared in the center section of top-face 130a of the pillar-shaped section 130. The outgoing radiation side 108 is established in this opening 118. This outgoing radiation side 108 serves as outgoing radiation opening of a laser beam. In the field luminescence mold light emitting device 100 of the gestalt of this operation, the case where the outgoing radiation side 108 is circular is shown.

[0062]

Furthermore, the 2nd electrode 109 is formed in rear-face 101b of a substrate 101. That is, in the field luminescence mold light emitting device 100 shown in drawing 2, it joined to the 1st electrode 107 on the pillar-

shaped section 130, and has joined to the 2nd electrode 109 by rear-face 101b of a substrate 101. The 2nd electrode 109 can be formed from the cascade screen of the alloy of Au and germanium, and Au.

[0063]

(Actuation of a field luminescence mold light emitting device)

General actuation of the field luminescence mold light emitting device (field luminescence mold semiconductor laser) 100 of the gestalt of this operation is shown below. In addition, the drive approach of the following field luminescence mold semiconductor laser is an example, and various modification is possible for it unless it deviates from the meaning of this invention.

[0064]

First, luminescence by the recombination which the recombination of an electron and an electron hole will happen and will start in a barrier layer 103 with the 1st electrode 107 and the 2nd electrode 109 if the electrical potential difference of the forward direction is impressed to a pin diode arises. Then, in case the produced light goes back and forth between the 2nd mirror 104 and the 1st mirror 102, induced emission happens, and luminous intensity is amplified. If the Mitsutoshi profit turns around optical loss a top, laser oscillation will happen and incidence will be carried out to a lens 110 from the outgoing radiation side 108 on pillar-shaped section 130 top face. After a radiation angle is adjusted by this lens 110, outgoing radiation of the laser beam is carried out perpendicularly (Z direction shown in drawing 2) to a substrate 101. Here, perpendicular direction" means a perpendicular direction (drawing 2 Z direction) to surface 101a (field parallel to a X-Y flat surface in drawing 2) of a substrate 101 to the "substrate 101.

[0065]

(Manufacture process of a field luminescence mold light emitting device)

Next, an example of the manufacture approach of the field luminescence mold light emitting device 100 shown in drawing 2 and drawing 3 is explained using drawing 4 - drawing 10. Drawing 4 - drawing 10 are the sectional views showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device 100 of the gestalt of this operation shown in drawing 2 and drawing 3, and support the cross section shown in drawing 1, respectively.

[0066]

(1) Form the semi-conductor multilayers 150 in the front face of the substrate 101 which consists of an n mold GaAs by carrying out epitaxial growth first, modulating a presentation (refer to drawing 4).

[0067]

It consists of a layer and an aluminum0.3Ga0.7As barrier layer. the 1st mirror 102 of 40 pairs to which the semi-conductor multilayers 150 carried out the laminating of for example, an n mold aluminum0.9Ga0.1As layer and the n mold aluminum0.15Ga0.85As layer by turns here, and GaAs — a well — a well — a layer consists of the 2nd mirror 104 of 30 pairs which carried out the laminating of the barrier layer 103 including the quantum well structure which consists of three layers and a p mold aluminum0.9Ga0.1As layer, and the p mold aluminum0.15Ga0.85As layer by turns. The semi-conductor multilayers 150 are formed by making these layers **** on a substrate 101 in order. In addition, in case the 2nd mirror 104 is grown up, an AlAs layer or aluminum presentation forms at least one about 103-barrier layer layer in 0.95 or more AlGaAs layers (layer with high aluminum presentation). This layer oxidizes behind and turns into the current constriction layer 105. Moreover, as for the layer on the front face of the maximum of the 2nd mirror 104, it is desirable to make easy to make a carrier consistency high and to take ohmic contact to an electrode (the 1st electrode 107 mentioned later).

[0068]

Although the temperature at the time of performing epitaxial growth is suitably determined by the class of the growth approach, a raw material, and substrate 101 or the class of semi-conductor multilayers 150 to form, thickness, and the carrier consistency, generally it is desirable that it is 450 degrees C—800 degrees C.

Moreover, the duration at the time of performing epitaxial growth as well as temperature is determined suitably. moreover — as the approach of carrying out epitaxial growth — organic metal vapor growth (MOVPE: Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy) — law and MBE — law (Molecular Beam Epitaxy) — law or LPE — law (Liquid Phase Epitaxy) can be used.

[0069]

(2) Then, form the pillar-shaped section 130 (refer to drawing 5).

[0070]

On the semi-conductor multilayers 150, after applying a photoresist (not shown), specifically, the resist layer R100 of a predetermined pattern is formed by carrying out patterning of this photoresist by the photolithography

method. Subsequently, by using this resist layer R100 as a mask, by the dry etching method, a part of 2nd mirror 104, barrier layer 103, and 1st mirror 102 are etched, and the column-like semi-conductor deposition object (pillar-shaped section) 130 is formed. Of the above process, as shown in drawing 5, the resonator 140 containing the pillar-shaped section 130 is formed on a substrate 101. Then, the resist layer R100 is removed.

[0071]

(3) Subsequently, form the current constriction layer 105 if needed (refer to drawing 6).

[0072]

As shown in drawing 6, into an about 400-degree C steam ambient atmosphere, by throwing in the substrate 101 with which the resonator 140 was formed of the above-mentioned process, aluminum presentation in the 2nd above-mentioned mirror 104 can oxidize a high layer from a side face, and, specifically, can form the current constriction layer 105. It depends for an oxidation rate on the temperature of a furnace, the amount of supply of a steam, aluminum presentation of the layer (layer with said high aluminum presentation) which should oxidize, and thickness. In the field luminescence mold light emitting device equipped with the current constriction layer formed of oxidation, in case it drives, a current flows only into the part (part which has not oxidized) in which the current constriction layer is not formed. Therefore, it becomes controllable [current density] by controlling the range of the current constriction layer 105 to form by oxidation in the process which forms a current constriction layer.

[0073]

(4) Subsequently, form the insulating layer 106 which encloses the pillar-shaped section 130 (refer to drawing 7).

[0074]

Here, the case where polyimide resin is used is explained as an ingredient for forming an insulating layer 106. First, for example using a spin coat method, a resin precursor (polyimide precursor) is applied on a resonator 140, and a resin precursor layer (not shown) is formed. Under the present circumstances, it forms so that the thickness of said resin precursor layer may become larger than the height of the pillar-shaped section 130. In addition, as the formation approach of said resin precursor layer, well-known techniques, such as a dipping method besides the spin coat method mentioned above, a spray coating method, and the ink jet method, can be used.

[0075]

Subsequently, after heating using a hot plate etc. and removing a solvent, top-face 130a (refer to drawing 7) of the pillar-shaped section 130 is exposed for this substrate. As the approach of exposing top-face 130a of the pillar-shaped section 130, the CMP method, the dry etching method, the wet etching method, etc. can be used. Then, an insulating layer 106 is formed by making said resin precursor layer imide-ize in about 350-degree C furnace. In addition, the insulating layer stiffened nearly completely through the imide chemically-modified degree may be etched, and top-face 130a of the pillar-shaped section 130 may be exposed.

[0076]

(5) Next, form the 1st electrode 107 for pouring a current into a barrier layer 103, the 2nd electrode 109, and the outgoing radiation side 108 of a laser beam (refer to drawing 8).

[0077]

First, before forming the 1st electrode 107 and the 2nd electrode 109, top-face 130a of the pillar-shaped section 130 is washed using a plasma treatment method etc. if needed. Thereby, the component of the property stabilized more can be formed. It continues, for example, the cascade screen (not shown) of the alloy of Au and Zn and Au is formed in top-face 130a (refer to drawing 7) of an insulating layer 106 and the pillar-shaped section 130 with a vacuum deposition method. In this case, Au layer is formed in the maximum front face. Subsequently, the part by which said cascade screen is not formed in top-face 130a of the pillar-shaped section 130 is formed by the lift-off method. This part serves as opening 118 (refer to drawing 8). The outgoing radiation side 108 is established in opening 118. That is, the field in opening 118 functions as an outgoing radiation side 108 among top-face 130a of the pillar-shaped section 130. In addition, in said process, the dry etching method can also be used instead of the lift-off method.

[0078]

Moreover, the cascade screen (not shown) of the alloy of Au and germanium and Au is formed in rear-face 101b of a substrate 101 with a vacuum deposition method. Subsequently, annealing treatment is carried out. It depends for the temperature of annealing treatment on an electrode material. In the case of the electrode material used with this operation gestalt, it usually carries out around 400 degrees C.

[0079]

According to the process of the above (1) - (5), the optical element section 160 including the outgoing radiation side 108 is formed (refer to drawing 8). An optical element 160 is a part required since the field luminescence

mold light emitting device 100 drives as a component.

[0080]

(6) Subsequently, form a lens 110 on the outgoing radiation side 108 (refer to drawing 9 and drawing 10).

[0081]

First, as shown in drawing 10 , specifically, lens precursor 110b is formed on the outgoing radiation side 108 by carrying out the regurgitation of the drop 110a towards the outgoing radiation side 108 by the ink jet method. Here, the case where lens precursor 110b consists of ultraviolet curing mold resin is explained.

[0082]

As the regurgitation approach of an ink jet, a pressure is produced by changing the magnitude of the air bubbles in a liquid (here lens material) with (i) heat, for example, and there are an approach of carrying out the regurgitation of the liquid and a method of making a liquid breathe out with the pressure produced by the (ii) piezoelectric device. From a viewpoint of the controllability of a pressure, the approach of the above (ii) is desirable.

[0083]

Alignment of the location of the nozzle 112 of the ink jet head 120 and the regurgitation location of drop 110a is performed using the well-known image recognition technique used by the exposure process and inspection process in a production process of a common semiconductor integrated circuit. For example, as shown in drawing 9 , image recognition performs alignment of the location of the nozzle 112 of the ink jet head 120, and the opening 118 of the field luminescence mold light emitting device 100. After alignment, after controlling the electrical potential difference impressed to the ink jet head 120, the regurgitation of the drop 110a is carried out. This forms lens precursor 110b on the outgoing radiation side 108 (refer to drawing 10).

[0084]

In this case, although there is a certain amount of dispersion in the regurgitation include angle of drop 110a breathed out from a nozzle 112, if the location which drop 110a reached is the inside of opening 118, drop 110a will get wet and amendment of a location will be made by breadth and the automatic target.

[0085]

After performing the above process, as shown in drawing 10 , where the outgoing radiation side 108 is carried out mostly downward [vertical] (the direction of the void arrow head shown in drawing 10), lens precursor 110b is stiffened by the manufacture approach of the optical element mentioned above, and the same approach (refer to drawing 1 (b)). According to this process, a lens 110 is formed on the outgoing radiation side 108. As a result of lens precursor 110b's being pulled downward [vertical] by gravity by specifically changing the outgoing radiation side 108 into the condition of having carried out downward [vertical] mostly, as shown in drawing 10 , the configuration of lens precursor 110b is prolonged downward [vertical]. Lens precursor 110b is stiffened by giving an energy line to lens precursor 110b in this condition. A lens 110 is obtained according to this process. The curvature and height of a lens 110 which were obtained are larger than the curvature and height of lens precursor 110b before ***ing the outgoing radiation side 108 downward [vertical].

[0086]

Moreover, in this process, lens precursor 110b can be stiffened using the equipment 300 shown in drawing 15 . In addition, in the equipment 300 shown in drawing 15 , instead of a binder 80, a component can be stuck on a vacuum chuck, and it can turn over as it is, and can also install in a box 86.

[0087]

It depends for the optimal wavelength and the optimal exposure of ultraviolet rays on the quality of the material of lens precursor 110b. For example, when forming precursor 110b using acrylic ultraviolet-rays hardening resin, it hardens by irradiating ultraviolet rays with a wavelength [of about 350nm], and a reinforcement of 10mW for 5 minutes.

[0088]

According to the above process, the field luminescence mold light emitting device 100 shown in drawing 2 and drawing 3 is obtained.

[0089]

(An operation and effectiveness)

The field luminescence mold light emitting device 100 concerning the gestalt of this operation has the same operation and effectiveness as the manufacture approach of the optical element mentioned above. Furthermore, in the gestalt of this operation, the case where the field luminescence mold light emitting device 100 was field luminescence mold semiconductor laser was explained. In this case, it has the operation and effectiveness which are taken below.

[0090]

Application to the light source of the optical interconnection in which field luminescence mold semiconductor laser has a more nearly high-speed transmission speed between computers or in the interior of a computer is expected. This field luminescence mold semiconductor laser has an advantage in points, such as that many channelization is easy, and high-speed responsibility, a low power.

[0091]

When using for the light source which mentioned above field luminescence mold semiconductor laser, it is necessary to take into consideration association with optical waveguides, such as an optical fiber. On the other hand, it depends for the radiation angle of field luminescence mold semiconductor laser on the design of the optical coupling system between laser and optical waveguide greatly. Here, if a radiation angle is large, a lens with larger numerical aperture will be needed, and complication of an optical coupling system and increase of cost will be brought about. Moreover, in order to raise the joint effectiveness of field luminescence mold semiconductor laser and a lens, it is also important to raise the alignment precision of field luminescence mold semiconductor laser and a lens.

[0092]

According to the manufacture approach of the field luminescence mold light emitting device 100 of the gestalt this operation, where the outgoing radiation side 108 is carried out mostly downward [vertical], lens precursor 110b is hardened. The curvature and height of a lens can be enlarged by the simple approach, without this needing the surface treatment for enlarging the curvature and height of a lens etc. Thereby, compaction of the configuration of an optical coupling system and reduction of cost can be aimed at.

[0093]

Moreover, the alignment precision of the optical element section 160 of the field luminescence mold light emitting device (field luminescence mold semiconductor laser) 100 and a lens 110 can be raised by forming a lens 110 directly on the outgoing radiation side 108. Thereby, the joint effectiveness of the field luminescence mold light emitting device (field luminescence mold semiconductor laser) 100 and a lens 110 can be raised, and also improvement in productivity can be aimed at.

[0094]

[The gestalt of the 2nd operation]

1. Manufacture Approach of Optical Element

In the gestalt of this operation, the case where a lens is formed by carrying out the regurgitation of the 1st drop and 2nd drop on [, such as an outgoing radiation side,] 20 is explained. Hereafter, three examples (the 1st – the 3rd example) which applied the manufacture approach of the optical element of the gestalt this operation are explained. As for these examples, the hardening approach of a drop differs from hardening sequence.

[0095]

In addition, like the optical element 70 of the gestalt of the 1st operation, the optical element in which all are formed also in an example is a light emitting device or a photo detector, and has the part (plane of incidence) which incorporates the part (outgoing radiation side) or light which emits light. Moreover, the component illustrated with the gestalt of the 1st operation as the concrete light emitting device which can apply these examples, and a photo detector can be mentioned.

[0096]

Moreover, in each example, the number same as a principle is given to the same component as the component shown by the manufacture approach (refer to drawing 1 (a) – drawing 1 R> 1 (c)) of the optical element concerning the gestalt of the 1st operation, and detailed explanation is omitted.

[0097]

(1) The 1st example

In the 1st example, postcure is carried out and the case which breathed out the 1st drop and 2nd drop in order where a lens 21 is formed is explained (refer to drawing 11 (a) – drawing 11 (d)). Drawing 11 (a) – drawing 11 (d) are the sectional views showing typically the 1st example which applied the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of this operation, respectively.

[0098]

First, the optical element sections 22 containing 20, such as an outgoing radiation side, are formed by the same approach as the gestalt of the 1st operation showed (refer to drawing 11 (a)).

[0099]

Subsequently, 1st lens precursor 30b is formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 by carrying out the

regurgitation of the 1st drop 30a towards 20, such as an outgoing radiation side, from the drop delivery 12 (refer to drawing 11 (a)).

[0100]

Furthermore, when viscosity carries out the regurgitation of the 2nd high drop 40a from 1st drop 30a towards 1st drop 30a from the drop delivery 12, 2nd lens precursor 40b is formed on 1st lens precursor 30b (refer to drawing 11 (b)).

[0101]

The regurgitation approach of the 1st and 2nd drops 30a and 40a is the same as the regurgitation approach of drop 10a in the gestalt of the 1st operation. Moreover, as mentioned above, as long as the conditions that the viscosity of 2nd drop 40a is high are fulfilled from 1st drop 30a, the same thing as the quality of the material of drop 10a in the gestalt of the 1st operation can be used for the quality of the material of the 1st and 2nd drops 30a and 40a.

[0102]

Subsequently, the 1st and 2nd lens precursors 30b and 40b are stiffened (refer to drawing 11 (c)). Thereby, a lens 21 is formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 (refer to drawing 11 (d)). This lens 21 consists of the 1st lens section 30 and the 2nd lens section 40 formed on the 1st lens section 30, as shown in drawing 11 (d). Here, the refractive index of the 1st lens section 30 and the refractive index of the 2nd lens section 40 can be made almost equal.

[0103]

Or the refractive index of the 1st lens section 30 can be made larger than the refractive index of the 2nd lens section 40. In this case, the focal distance of a lens 21 can be shortened. The refractive index of the 1st and 2nd lens sections 30 and 40 can be adjusted by choosing suitably the quality of the material used in order to form these. An optical element 72 is obtained according to the above process (refer to drawing 11 (d)).

[0104]

According to the manufacture approach of the optical element 72 concerning this example, towards 1st drop 30a, when viscosity carries out the regurgitation of the 2nd high drop 40a from 1st drop 30a, the lens 21 with big curvature and height can be formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 by [in which 2nd lens precursor 40b was formed on 1st lens precursor 30b] carrying out postcure.

[0105]

(2) The 2nd example

In the 2nd example, after breathing out the 1st drop and 2nd drop in order, it is made to harden in the condition of having ****ed 20 downward [vertical], such as an outgoing radiation side, and the case where a lens 31 is formed is explained (refer to drawing 12 (a) – drawing 12 (d)). Drawing 12 (a) – drawing 12 (d) are the sectional views showing typically the 2nd example which applied the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of this operation, respectively.

[0106]

First, as the gestalt of the 1st operation showed, the optical element sections 22 containing 20, such as an outgoing radiation side, are formed (refer to drawing 12 (a)).

[0107]

Subsequently, 1st lens precursor 30b is formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 by carrying out the regurgitation of the 1st drop 30a towards 20, such as an outgoing radiation side, from the drop delivery 12 (refer to drawing 12 (a)).

[0108]

Furthermore, towards 1st drop 30a, when viscosity carries out the regurgitation of the 2nd high drop 50a from 1st drop 30a, 2nd lens precursor 50b is formed on 1st lens precursor 30b (refer to drawing 12 (b)).

[0109]

The regurgitation approach of the 1st and 2nd drops 30a and 50a is the same as the regurgitation approach of drop 10a in the gestalt of the 1st operation. Moreover, as mentioned above, as long as the conditions that the viscosity of 2nd drop 50a is low are fulfilled from 1st drop 30a, the same thing as the quality of the material of drop 10a in the gestalt of the 1st operation can be used for the quality of the material of the 1st and 2nd drops 30a and 50a.

[0110]

Subsequently, the 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b are stiffened in the condition of having ****ed 20 downward [vertical] (the direction of the void arrow head shown in drawing 12 (c)), such as an outgoing radiation

side, (refer to drawing 12 (c)). As a result of 1st and 2nd lens precursor 30b's being pulled downward [vertical] by gravity by specifically changing into the conditions of having ****ed 20 downward [vertical] mostly, such as an outgoing radiation side, as shown in drawing 12 (c), the 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b are prolonged downward [vertical]. From 1st lens precursor 30b, since viscosity is small, especially 2nd lens precursor 50b is prolonged downward by 2nd lens precursor 50b rather than 1st lens precursor 30b. The 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b are stiffened by giving an energy line 13 to the 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b in this condition. A lens 31 is obtained according to the above process. The curvature and height of a lens 31 which were obtained are larger than the curvature and height of the 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b (refer to drawing 12 (b)) before [, such as an outgoing radiation side,] carrying out 20 downward [vertical].

[0111]

Moreover, in order to enlarge the curvature and height of a lens 31 which are obtained, the ingredient for forming the 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b has the desirable one where specific gravity is larger. However, when 20, such as an outgoing radiation side, is ****ed downward [vertical] in this case, it is required for 20 to 1st lens precursor 30b, such as an outgoing radiation side, to be the specific gravity of extent from which 1st lens precursor 30b to 2nd lens precursor 50b is not desorbed, respectively. Thereby, a lens 31 is formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 (refer to drawing 12 (d)).

[0112]

This lens 31 consists of the 1st lens section 30 and the 2nd lens section 50 formed on the 1st lens section 30, as shown in drawing 12 (d). Here, the refractive index of the 1st lens section 30 and the refractive index of the 2nd lens section 50 can be made almost equal.

[0113]

Or the refractive index of the 1st lens section 30 can be made larger than the refractive index of the 2nd lens section 50. In this case, the focal distance of a lens 31 can be shortened. The refractive index of the 1st and 2nd lens sections 30 and 50 can be adjusted by choosing suitably the quality of the material used in order to form these. An optical element 74 is obtained according to the above process (refer to drawing 12 (d)).

[0114]

According to the manufacture approach of the optical element 74 concerning this example, when viscosity carries out the regurgitation of the 2nd low drop 50a from 1st drop 30a, after forming 2nd lens precursor 50b on 1st lens precursor 30b towards 1st drop 30a, the 1st and 2nd lens precursors 30b and 50b are stiffened. In this case, from 1st lens precursor 30b, since viscosity is small, 2nd lens precursor 50b is prolonged downward by 2nd lens precursor 50b rather than 1st lens precursor 30b. The curvature and height of a lens 31 which are finally obtained by this can be enlarged.

[0115]

(3) The 3rd example

In the 3rd example, some lenses (the 1st lens section 30) are formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 by [, such as an outgoing radiation side / which breathed out 1st drop 30a towards 20] carrying out posture. Subsequently By [which breathed out 2nd drop 60a towards said some of lenses] carrying out posture explains the case where a lens 41 is formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 (refer to drawing 13 (a) – drawing 13 (e)). Drawing 13 (a) – drawing 13 (e) are the sectional views showing typically the 3rd example which applied the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of this operation, respectively.

[0116]

First, as the gestalt of the 1st operation showed, the optical element sections 22 containing 20, such as an outgoing radiation side, are formed (refer to drawing 13 (a)).

[0117]

Subsequently, 1st lens precursor 30b is formed on [, such as an outgoing radiation side,] 20 by [, such as an outgoing radiation side,] carrying out the regurgitation of the 1st drop 30a towards 20 (refer to drawing 13 (a)).

[0118]

Next, by giving an energy line 13 to 1st lens precursor 30b, this 1st lens precursor 30b is stiffened, and some lenses (the 1st lens section 30) are formed (refer to drawing 13 (b)).

[0119]

Furthermore, 2nd lens precursor 60b is formed on the 1st lens section 30 by carrying out the regurgitation of the 2nd drop 60a towards the 1st lens section 30 (refer to drawing 13 (c)).

[0120]

Then, this 2nd lens precursor 60b is stiffened by giving an energy line 13 to 2nd lens precursor 60b (refer to

drawing 13 (d)). This forms the 2nd lens section 60 on the 1st lens section 30. According to the above process, a lens 41 is formed on [, such as an outgoing radiation side] 20 (refer to drawing 13 (e)). This lens 41 consists of the 1st lens section 30 and the 2nd lens section 60 formed on the 1st lens section 30, as shown in drawing 13 (e). Here, the refractive index of the 1st lens section 30 and the refractive index of the 2nd lens section 60 can be made almost equal.

[0121]

Or the refractive index of the 1st lens section 30 can be made larger than the refractive index of the 2nd lens section 60. In this case, the focal distance of a lens 41 can be shortened. The refractive index of the 1st and 2nd lens sections 30 and 60 can be adjusted by choosing suitably the quality of the material used in order to form these. An optical element 76 is obtained according to the above process (refer to drawing 13 (e)).

[0122]

The regurgitation approach of the 1st and 2nd drops 30a and 60a is the same as the regurgitation approach of drop 10a in the gestalt of the 1st operation. Moreover, as mentioned above, as long as the conditions that the viscosity of 2nd drop 60a is low are fulfilled from 1st drop 30a, the same thing as the quality of the material of drop 10a in the gestalt of the 1st operation can be used for the quality of the material of the 1st and 2nd drops 30a and 60a.

[0123]

Moreover, the hardening approach of the 1st and 2nd lens precursors 30b and 60b is the same as that of the 1st example mentioned above.

[0124]

According to the manufacture approach of the optical element 76 concerning this example, after stiffening 1st lens precursor 30b, 2nd lens precursor 60b is stiffened. Thereby, even if it is the case that the viscosity of 1st lens precursor 30b is low, 1st lens precursor 30b can be stiffened certainly.

[0125]

In addition, in case 1st lens precursor 30b and/or 2nd lens precursor 60b are stiffened, it can also be made to harden in this example, as well as the hardening process of lens precursor 10b in the 1st operation gestalt where [, such as an outgoing radiation side,] 20 is carried out downward [vertical]. In this case, the lens 41 with large curvature and height can be obtained like the gestalt of the 1st operation.

2. Field Luminescence Mold Light Emitting Device

Next, the field luminescence mold light emitting device 200 concerning the gestalt of this operation is explained.

[0126]

Drawing 14 is the sectional view showing typically the field luminescence mold light emitting device 200 concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention.

[0127]

The field luminescence mold light emitting device 200 concerning the gestalt of this operation has the almost same structure as the field luminescence mold light emitting device 100 concerning the gestalt of the 1st operation except the point that a lens 210 is formed with the application of the manufacture approach of the optical element of the gestalt this operation mentioned above. The same sign is given to the field luminescence mold light emitting device 100 concerning the gestalt of the 1st operation, and the component which has the same function substantially, and the detailed explanation is omitted.

[0128]

A lens 210 consists of the 1st lens section 220 and the 2nd lens section 240 formed on the 1st lens section 220. A lens 210 can be formed with the application of either the 1st mentioned above – the 3rd example.

[0129]

According to this field luminescence mold light emitting device 200, the operation as the light type light emitting device 100 with the same field of the gestalt of the 1st operation mentioned above and effectiveness can be done so. In addition, according to this field luminescence mold light emitting device 200, the same operation and effectiveness as the 1st mentioned above – the 3rd example can be done so with that formation process.

[0130]

This invention is not limited to the gestalt of operation mentioned above, and various deformation is possible for it. For example, this invention includes the same configuration (for example, a function, an approach and a configuration with the same result or the purpose, and a configuration with the same result) substantially with the configuration explained with the gestalt of operation. Moreover, this invention includes the configuration which replaced the part which is not essential as for a configuration of that the gestalt of operation explained. Moreover,

this invention includes the configuration which can attain the configuration or the same purpose which does so the same operation effectiveness as the configuration explained with the gestalt of operation. Moreover, this invention includes the configuration which added the well-known technique to the configuration explained with the gestalt of operation.

[0131]

For example, although the field luminescence mold light emitting device of the gestalt of the above-mentioned implementation explained the field luminescence mold light emitting device which has the one pillar-shaped section, even if two or more pillar-shaped sections are prepared in the substrate side, the gestalt of this invention is not spoiled. Moreover, even when two or more field luminescence mold light emitting devices are array-ized, it has the same operation and effectiveness.

[0132]

Moreover, for example, even if it replaces p mold and n mold in each semi-conductor layer in the field luminescence mold light emitting device of the gestalt of the above-mentioned implementation, it does not deviate from the meaning of this invention. In the field luminescence mold light emitting device of the gestalt of the above-mentioned implementation, although the thing of an AlGaAs system was explained, it is also possible to use the semiconductor material of other ingredient systems, for example, a GaInP system, a ZnSSe system, an InGaN system, an AlGaIn system, an InGaAs system, a GaInNAs system, and a GaAsSb system according to oscillation wavelength.

[0133]

Furthermore, although the field luminescence mold light emitting device of the above-mentioned operation gestalt showed the case where a GaAs substrate was used as a compound semiconductor substrate, compound semiconductor substrates, such as other substrates, for example, a GaN substrate, an AlN substrate, an InP substrate, a GaP substrate, a ZnSe substrate, a ZnS substrate, a CdTe substrate, a ZnTe substrate, and a CdS substrate, can also be used.

[Brief Description of the Drawings].

[Drawing 1] Drawing 1 (a) - drawing 1 (c) are the sectional views showing typically the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 1st operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 2] It is the sectional view showing typically the field luminescence mold light emitting device obtained with the application of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 3] It is the top view showing typically the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 1.

[Drawing 4] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 5] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 6] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 7] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 8] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 9] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 10] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 11] Drawing 11 (a) - drawing 11 (d) are the sectional views showing typically one example of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 12] Drawing 12 (a) - drawing 12 (d) are the sectional views showing typically one example of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 13] Drawing 13 (a) - drawing 13 (e) are the sectional views showing typically one example of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this

invention, respectively.

[Drawing 14] It is the sectional view showing typically the field luminescence mold light emitting device obtained with the application of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 15] It is drawing which explains typically the equipment used in order to stiffen a lens precursor in the condition of having ***** mostly an outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical].

[Description of Notations]

10 Lens and 10a Drop and 10B Lens Precursor and 12 Drop Delivery, 13 An energy line and 20 Outgoing radiation side (an outgoing radiation side or plane of incidence) etc., 21, 31, and 41 A lens and 22 The optical element section and 30 The 1st lens section, The 30a 1st drop, and 30b The 1st lens precursor, and 40; 50 and 60 The 2nd lens section, 40a, 50a, and 60a The 2nd drop, and 40b; 50b and 60b The 2nd lens precursor, 70; 72, 74, and 76 An optical element and 80 A binder and 82 inert-gas inlet, 84 An exhaust port and 86 A box and 90 The optical fiber for UV irradiation, and 92 UV outgoing radiation section, 100,200 A field luminescence mold light emitting device, 101 substrates, and 101a The front face of a substrate, 101b The rear face of a substrate, and 102 The 1st mirror and 103 Barrier layer, 104 The 2nd mirror and 105 An oxidation constriction layer and 106 Insulating layer, 107 The 1st electrode and 108 An outgoing radiation side and 109 The 2nd electrode and 110,210 Lens, 110a A drop and 110b A lens precursor and 112 Nozzle, 113 An energy line and 118 Opening and 120 Ink jet head, 130 The pillar-shaped section and 130a The top face of the pillar-shaped section, and 140 A resonator and 150 Semi-conductor multilayers and 160 The optical element section and 213 Ultraviolet rays and 220 The 1st lens section, the 240 2nd lens sections, and 300 Equipment and 1000 Optical element array

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.***** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 (a) - drawing 1 (c) are the sectional views showing typically the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 1st operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 2] It is the sectional view showing typically the field luminescence mold light emitting device obtained with the application of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 3] It is the top view showing typically the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 1.

[Drawing 4] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 5] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 6] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 7] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 8] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3.

[Drawing 9] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light

emitting device shown in drawing 2 and drawing 3 .

[Drawing 10] It is the sectional view showing typically one production process of the field luminescence mold light emitting device shown in drawing 2 and drawing 3 .

[Drawing 11] Drawing 11 (a) – drawing 11 (d) are the sectional views showing typically one example of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 12] Drawing 12 (a) – drawing 12 (d) are the sectional views showing typically one example of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 13] Drawing 13 (a) – drawing 13 (e) are the sectional views showing typically one example of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention, respectively.

[Drawing 14] It is the sectional view showing typically the field luminescence mold light emitting device obtained with the application of the manufacture approach of the optical element concerning the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 15] It is drawing which explains typically the equipment used in order to stiffen a lens precursor in the condition of having *****ed mostly an outgoing radiation side or plane of incidence downward [vertical].

[Description of Notations]

10 Lens and 10a Drop and 10B Lens Precursor and 12 Drop Delivery, 13 An energy line and 20 Outgoing radiation side (an outgoing radiation side or plane of incidence) etc., 21, 31, and 41 A lens and 22 The optical element section and 30 The 1st lens section, The 30a 1st drop, and 30b The 1st lens precursor, and 40, 50 and 60 The 2nd lens section, 40a, 50a, and 60a The 2nd drop, and 40b, 50b and 60b The 2nd lens precursor, 70, 72, 74, and 76 An optical element and 80 A binder and 82 inert-gas inlet, 84 An exhaust port and 86 A box and 90 The optical fiber for UV irradiation, and 92 UV outgoing radiation section, 100,200 A field luminescence mold light emitting device, 101 substrates, and 101a The front face of a substrate, 101b The rear face of a substrate, and 102 The 1st mirror and 103 Barrier layer, 104 The 2nd mirror and 105 An oxidation constriction layer and 106 Insulating layer, 107 The 1st electrode and 108 An outgoing radiation side and 109 The 2nd electrode and 110,210 Lens, 110a A drop and 110b A lens precursor and 112 Nozzle, 113 An energy line and 118 Opening and 120 Ink jet head, 130 The pillar-shaped section and 130a The top face of the pillar-shaped section, and 140 A resonator and 150 Semi-conductor multilayers and 160 The optical element section and 213 Ultraviolet rays and 220 The 1st lens section, the 240 2nd lens sections, and 300 Equipment and 1000 Optical element array

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.